ORGANIZADORA
Cristina Aledi Felsemburgh
INNOVATE:
ENGENHARIA
FLORESTAL
Atena
Editora
Ano 2023

ORGANIZADORA
Cristina Aledi Felsemburgh
INNOVATE:
ENGENHARIA
FLORESTAL
Atena
Editora
Ano 2023

Innovate: engenharia florestal

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Cristina Aledi Felsemburgh

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I58 Innovate: engenharia florestal / Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1773-6
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.736231608

1. Engenharia florestal. I. Felsemburgh, Cristina Aledi (Organizadora). II. Título.

CDD 634.928

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

É com enorme satisfação que apresentamos o e-book "*Innovate: Engenharia florestal*" elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 04 capítulos. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem por assuntos relacionados às diversas áreas da Engenharia Florestal. Em uma primeira parte, os trabalhos estão estruturados com os temas relacionados aos estudos dendrológicos de espécies arbóreas no contexto urbano, elaboração de chaves dendrológicas, composição florística e diversidade. E finalizando, em uma segunda parte, com o tema relacionado à regeneração natural, banco de sementes e adaptações morfológicas como consequência de modificações ambientais. Desta forma, o e-book "*Innovate: Engenharia florestal*" apresenta promissores resultados realizados por professores, profissionais e acadêmicos que serão dissertados nesta obra de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores por compartilharem ao público os resultados dos trabalhos desenvolvidos por seus grupos de pesquisa. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados possam inspirar outros estudos voltados às Ciências Florestais.

Cristina Aledi Felsemburgh

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

CARACTERIZAÇÃO DENDROLÓGICA E FLORÍSTICA DAS ESPÉCIES ARBÓREAS DA PRAÇA DA CULTURA – IMPERATRIZ, MA

Argel Costa Souza
Virna Santos da Silva
Natália Matos da Silva
Sayrah Sousa da Silva
Railton Morais Oliveira
Dalton Henrique Angelo
Chaiane Rodrigues Schneider
Jaqueline Macedo Gomes
Joabel Raabe

https://doi.org/10.22533/at.ed.7362316081

CAPÍTULO 2 13

MACROMORFOLOGIA DE ESPÉCIES DA SUBFAMÍLIA MIMOSOIDEAE NO *CAMPUS* TAPAJÓS DA UFOPA, SANTARÉM, PA

Vanessa Ferreira Sales
Andressa Jaqueline Viana de Souza
Cristina Aledi Felsemburgh

https://doi.org/10.22533/at.ed.7362316082

CAPÍTULO 3 27

POTENTIAL FOR NATURAL REGENERATION IN ECOLOGICAL RESTORATION AREAS IN THE PAMPA: WHAT DOES THE SOIL SEED BANK TELL US?

Djoney Procknow
Ana Paula Moreira Rovedder
Bruna Balestrin Piaia
Betina Camargo
Maureen de Moraes Stefanello
Jéssica Puhl Croda
Jhonithan Matielo
Marcela Peuckert Kamphorst Leal da Silva

https://doi.org/10.22533/at.ed.7362316083

CAPÍTULO 4 40

ALAGAMENTO E SEUS EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO E MORFOLOGIA EM MUDAS DE ANDIROBA

Andressa Ribeiro dos Santos
Andressa Jaqueline Viana de Souza
Cristina Aledi Felsemburgh

https://doi.org/10.22533/at.ed.7362316084

SOBRE A ORGANIZADORA 53

ÍNDICE REMISSIVO 54

CARACTERIZAÇÃO DENDROLÓGICA E FLORÍSTICA DAS ESPÉCIES ARBÓREAS DA PRAÇA DA CULTURA – IMPERATRIZ, MA

Data de aceite: 02/08/2023

Argel Costa Souza
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL
Imperatriz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/5364844897337258

Virna Santos da Silva
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL
Imperatriz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/4237236043052410

Natália Matos da Silva
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL
Imperatriz - Maranhão

Sayrah Sousa da Silva
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL
Imperatriz - Maranhão
http://lattes.cnpq.br/5844670110304162

Railton Morais Oliveira
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL
Imperatriz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/2512304744063029

Dalton Henrique Angelo
Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – UNICENTRO
Irati-Paraná
https://orcid.org/0000-0002-2949-8186

Chaiane Rodrigues Schneider
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL
Imperatriz – Maranhão
https://orcid.org/0000-0001-7839-1740

Jaqueline Macedo Gomes
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL
Imperatriz – Maranhão
https://orcid.org/0000-0001-9506-6747

Joabel Raabe
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL
Imperatriz - Maranhão
https://orcid.org/0000-0002-6797-151X

RESUMO: Objetivou-se realizar uma caracterização quantitativa e dendrológica na praça da Cultura, Imperatriz, MA. Constatou-se que sua arborização possui 41 árvores, 10 famílias, 13 espécies, 77% nativas e 23% exóticas, com baixa diversidade (H’ = 1,78) e equabilidade (J’ = 0,69) em comparação com outras praças. A mangueira (*Mangifera indica L.)* representa a maior frequência de árvores (51,22%), e por não apresentar características dendrológicas recomendadas para uso na

arborização urbana, como consequência, esta praça apresenta homogeneidade florística, com potencial de prejuízos econômicos e sociais à população, e necessidade de uma substituição gradual por espécies próprias para arborização de praças.
PALAVRAS-CHAVE: Arborização urbana; Espaços públicos; Chaves dicotômicas.

DENDROLOGICAL AND FLORISTIC CHARACTERIZATION OF THE TREE SPECIES AT PRAÇA DA CULTURA – IMPERATRIZ, MA

ABSTRACT : The objective was to carry out a quantitative and dendrological characterization in Praça da Cultura, Imperatriz, MA. It was found that its afforestation has 41 trees, 10 families, 13 species, 77% native and 23% exotic, with low diversity (H' = 1.78) and equability (J' = 0.69) compared to other squares. . The mango tree (*Mangifera indica L.*) represents the highest frequency of trees (51.22%), and because it does not present dendrological characteristics recommended for use in urban afforestation, as a consequence, the afforestation of this square presents floristic homogeneity, with potential for economic losses. and social to the population, with the need for a gradual replacement by species suitable for tree planting in squares.
KEYWORDS: Urban afforestation; Public spaces; Dichotomous keys.

1 I INTRODUÇÃO

A arborização urbana tornou-se de suma importância em virtude do êxodo rural ao longo dos anos. As cidades arborizadas proporcionam um ambiente mais saudável para as pessoas, mitigando diversos problemas causados por esse processo migratório, como a poluição do ar, alterações do microclima, além de proporcionar um ambiente estético agradável para as cidades com a valorização do setor imobiliário (CARVALHO; NUCCI; VALASKI, 2010; COSTA et al., 2017; LOBATO et al., 2020).

Neste sentido, a criação de praças bem arborizadas proporciona benefícios na qualidade de vida da população inclusive na diminuição da poluição sonora, e na redução da temperatura local, essencial para o conforto da comunidade que mora nos arredores da praça (GOMES et al., 2016) e no abrigo da fauna remanescente.

O município de Imperatriz no estado do Maranhão apresenta inúmeras falhas quanto à arborização urbana, e requer estudos e técnicas que auxiliem no planejamento de suas práticas para um manejo adequado das áreas públicas (SILVA et al., 2018). Inicialmente, os estudos necessários para direcionamento do melhor manejo, cita-se o levantamento florístico, além da formação de um banco de dados prático e aplicável às demais áreas públicas do município, especialmente na identificação das espécies presentes.

A dendrologia é uma ciência que trabalha com a identificação de plantas, basicamente apresentadas em forma de chaves dendrológicas que expressam as características da composição florística de uma área (PROCÓPIO; SECCO, 2008). São ferramentas editáveis e reaplicáveis em demais áreas próximas ao estudo, pois baseiam-se na escolha de duas

características que levam ao fechamento da espécie condizente com os caracteres de identificação (SAIBERT, 2021).

A utilidade da dendrologia na arborização urbana percorre um caminho inverso ao historicamente feito (ENOKIBARA et al., 2019). Primeiramente, ela identifica as características das espécies experimentalmente, e com isso, indica seu potencial para posterior introdução na arborização urbana.

Contudo, as espécies mais conhecidas da arborização urbana, foram introduzidas sob perspectivas não experimentadas, e a falta de conhecimento botânico das espécies, promove riscos econômicos, pelo tombamento em calçadas e ruas, o que leva à necessidade de substituição das árvores (PAGLIARI; DORIGON, 2013).

Por esta razão, atualmente, a partir da identificação das espécies observa-se a diversidade florística da área (MORAES; MACHADO, 2012), para análise das potencialidades socioambientais à comunidade.

A maior diversidade de espécies implica na diversificação de abrigo para a fauna, na proporção de camadas de raízes com maior absorção de água das chuvas, na atividade fotossintética para absorção de gases poluidores, além do menor risco de ataques de pragas e doenças. Portanto, a maior diversidade e a melhor distribuição das espécies, define uma boa arborização (SILVA; GONÇALVES; PAIVA, 2007).

Desse modo, o presente estudo objetivou fazer uma caracterização dendrológica e um levantamento florístico para a Praça da Cultura, em Imperatriz, MA, para contribuir no manejo da arborização existente e dos projetos futuros nas áreas públicas da cidade.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Praça da Cultura, reformada e modernizada no ano de 2018, localizada no município de Imperatriz – MA, nas coordenadas 5°31’48”S e 47°29’23”W, com área de 2.797,14 m², aproximadamente 0,3 ha.

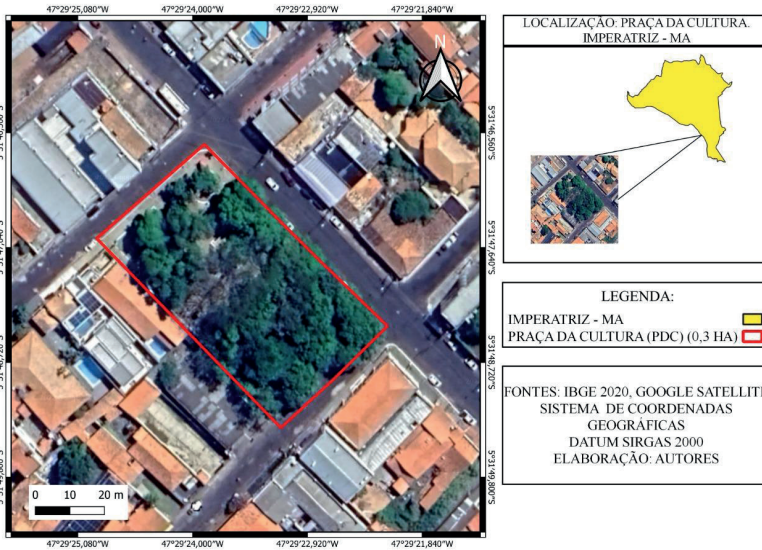



FIGURA 1 – Mapa de localização da Praça da Cultura, em Imperatriz, MA

Fonte: Autores (2022).

O levantamento qualiquantitativo das espécies arbóreas foi realizado por meio de um censo florestal do número de indivíduos e espécies. A caracterização dendrológica foi realizada por meio da coleta e análise de ramos e folhas das espécies, para elaborar chave dendrológica, separando e comparando-as, por tipos foliares, filotaxia, consistência, (RIZZINI, 1978), simultaneamente às pesquisas bibliográficas e herbários virtuais.

No processamento dos dados, foram obtidas informações sobre a frequência, diversidade e equabilidade das espécies das árvores amostradas. A frequência pela porcentagem de árvores por espécie e família em relação ao total de indivíduos, e para o agrupamento em nativas e exóticas (SILVA et al., 2019).

A diversidade e equabilidade das espécies foi calculada com base no índice de Shannon-Wiener e Pielou, respectivamente (SOUZA; SOARES, 2013) (*Equação 1*). Dentre os critérios de análise, o índice de diversidade considerou valores entre 1,5 e 3,5 nats/ind^{-1}, sendo 3,5 elevada diversidade de espécies, e para a equabilidade valores entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1, mais as espécies são igualmente abundantes (MAGURRAN, 1988; BIONDI; BOBROWSKI, 2014; ANGELO, 2017).

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} \quad pi * ln_{pi} \qquad\qquad H'_{max} = ln_S \qquad\qquad J = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Equação 1

Em que: H' = índice de diversidade proposto por Shannon-Wiener, *pi* = abundância

relativa de cada espécie ($pi = ni/N$) - ni = número de indivíduos amostrados da *i*-ésima espécie e N = número total de indivíduos amostrados -, e S = número total de espécies registradas; J = índice de equabilidade de Pielou; H' = índice de Shannon; $H'_{max} = ln_s$, sendo S o número total de espécies amostradas.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Frequência, Diversidade e Equabilidade

A Praça da Cultura apresenta 13 espécies distribuídas em 10 famílias botânicas, em um total de 41 árvores, dentre estas, 3 espécies são exóticas e 10 nativas, aproximadamente 23% e 77 %, respectivamente (Tabela 1).

Família	Espécie	O	N	FR (%)	H'	J
Anacardiaceae	*Mangifera indica L.*	**Ex**	**21**	**51,22**	**0,34**	**0,13**
	Anacardium occidentale L.	Na	1	2,44	0,09	0,04
Apocynaceae	*Hancornia speciosa Gomes*	Na	2	4,88	0,15	0,06
Arecaceae	*Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.*	Na	1	2,44	0,09	0,04
Bignoniaceae	*Tabebuia cassinoides (Lam.) DC.*	Na	1	2,44	0,09	0,04
Clusiaceae	*Platonia insignis Mart.*	Na	1	2,44	0,09	0,04
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides Kunth*	**Na**	**6**	**14,63**	**0,28**	**0,11**
	Clitoria fairchildiana R.A.Howard	Na	3	7,32	0,19	0,07
	Bauhinia forficata Link	Na	1	2,44	0,09	0,04
Malvaceae	*Ceiba pentandra (L.) Gaertn.*	Na	1	2,44	0,09	0,04
Myristicaceae	*Virola subsessilis (Benth.) Warb.*	Na	1	2,44	0,09	0,04
Oleaceae	*Olea europaea L.*	Ex	1	2,44	0,09	0,04
Rosaceae	*Prunus dulcis (Mill.) D.A.Webb*	Ex	1	2,44	0,09	0,04

*Em que: **O** = origem; Ex = exótica; Na = nativa; **N** = número de árvores; **FR** = frequência relativa; **H'** = Índice de diversidade de Shannon-Wiener; **J** = Índice de equabilidade de Pielou.*

Tabela 1 – Identificação das espécies, frequência, e os índices ecológicos obtidos para a Praça da Cultura, Imperatriz – MA

A maior frequência de árvores observada da espécie exótica, *Mangifera indica* L., com um total de 21 árvores, que corresponde a 51,22% em relação às demais espécies (Tabela 1). Fato que corroborou à família botânica a qual pertence, também ser a de maior frequência em números de árvores, a Anacardiaceae, com 53,66%. Já para a família Fabaceae, sua representatividade é resultado não apenas do número de árvores amostradas (10 árv.), mas igualmente para o número de espécies identificadas (3 spp.) (Figura 2).

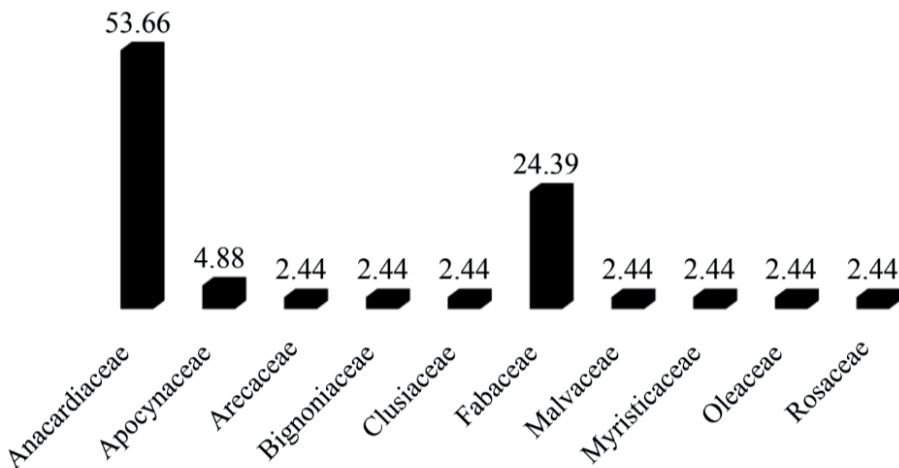



Figura 2 – Frequência de árvores por família.

Fonte: Autores (2022).

Dada a percentagem de árvores para a família Anacardiaceae, ressalta-se que uma boa arborização apresenta o número de árvores por família, não excedente a 30% em relação à população total (SANTAMOUR, 2002).

Em outros estudos realizados para o município de Imperatriz, como em outras cidades do estado, e da região norte do país, a maior representatividade da *M. indica* é citada pelo benefício de valor alimentício animal e humano (SILVA et al., 2018; MORAES; MACHADO, 2014).

Mangifera indica destaca-se historicamente, por exemplo, na arborização de Belém por criar um microclima agradável, a formação de túneis verdes de sombra, com rápido crescimento e folhagem densa, e elevada importância sociocultural, titulando a capital como “Cidade das mangueiras”, e inclui preferência de quase 90% dos moradores para o plantio da espécie (LOUREIRO; BARBOSA, 2010; PORTO et al. 2014; SILVA; BATISTA, 2015).

Entretanto, a utilização de espécies frutíferas, como *M. indica* ainda se trata de uma contrariedade entre cientistas da área da silvicultura urbana, devido a possibilidade iminente de acidentes, sujeira e odor fétido dos frutos quando em estado de putrefação, além de atrair pequenos animais que se alimentam dos seus frutos (ROPPA et al., 2007; SILVA; GONÇALVES; PAIVA, 2007; JORGE et al., 2017).

Ademais, recomenda-se que a frequência das espécies não deve ultrapassar os 10%, pois favorece o ataque de pragas específicas (SANTAMOUR, 2002). Neste sentido, para a Praça da Cultura, objeto de estudo desta pesquisa, não é recomendável o plantio de novas mangueiras, mas sim, a efetiva substituição gradual delas, de modo a evitar, alterações abruptas no conforto atual que a espécie fornece à comunidade.

Outro ponto relevante, é que o uso de espécies exóticas na arborização urbana é muito comum no cenário paisagístico, e as escolhas das espécies não considera sua origem e os possíveis danos que espécies exóticas causam à flora brasileira (SOUZA et al., 2011, NEVES et al., 2020), em especial pelo aumento da pressão ambiental dada pela dispersão de sementes, geralmente abundante, que ao chegar nos fragmentos florestais urbanos e rurais, proporciona um caráter invasor à espécie exótica, diminuindo a diversidade destes locais.

Outra espécie com elevada frequência na Praça da Cultura, é a *Bowdichia virgilioides*, que compõe 14,63% das árvores amostradas. Contrariamente à polêmica utilização da *M. indica*, *B. virgilioides*, representa uma das espécies mais indicadas à arborização urbana, principalmente pela sua característica de sombra e consequentes benefícios gerados à comunidade (CUPERTINO; EISENLOHR, 2013; ARANTES et al., 2014; SILVA et al., 2019).

Extremamente ornamental quando em flor, *B. virgilioides* é útil inclusive na arborização de ruas estreitas (LORENZI, 1992), circunstância muito comum no município de Imperatriz, e de cidades mais antigas do estado. Adicionalmente, a espécie é nativa e apresenta benefícios econômicos em seu plantio nas áreas urbanas, devido a morfologia que possui uma estrutura de reserva (túbero) para os períodos secos (CARVALHO, 2006), característica ambiental inerente ao do bioma Cerrado.

Por esta razão, dentre outras características, as espécies nativas são preferenciais à utilização na arborização urbana, devido à maior longevidade redução custos de manutenção por possuírem melhor adaptabilidade às diferenciações do clima, além de manter conservação dos recursos naturais e culturais regionais.

Sugere-se, portanto, que o cenário ideal de uma arborização é que a área seja composta por espécies nativas do próprio Bioma, e, no caso cerrado, são recomendadas, por exemplo, *Inga alba*, *Cassia ferruginea*, *Centrolobium tomentosum*, *Dimorphandra mollis*, *Pseudobombax longiflorum*, *Vochysia thyrsoidea*, por apresentar uma altura máxima de oito metros, copa densa sem necessidade de poda frequente, além de floração e frutificação restrita a poucos meses no ano (ARAÚJO; PIRES, 2009).

Porém, no que se refere aos benefícios inerentes à estrutura urbana, como a maior absorção da água da chuva, diversidade de animais, menor proliferação de insetos e doenças, e da absorção de gases poluentes, dependem da diversidade de espécies presentes na arborização de ruas e praças.

Os índices ecológicos da Praça da Cultura apresentaram valores de diversidade (H' = 1,78) e equabilidade (J = 0,69) (Tabela 1) relativamente baixos, contrariamente ao encontrado na avaliação da composição de espécies das praças de Gurupi – TO, com índices de diversidade e equabilidade elevados em torno de H'= 2,33 a 3,66 e J = 0,65 e 0,96. Todavia, o mesmo estudo identificou 2 praças com baixa diversidade e uniformidade de distribuição de espécies, uma média de H' = 1,64 e J = 0,48 (SILVA et al., 2019). Em um dos casos os autores justificaram a elevada abundância de árvores da mesma espécie, e

sugerem a substituição de novas espécies nativas do Cerrado.

Neste sentido, a Praça da Cultura fica muito abaixo em comparação a outras praças da região (SOUZA et al., 2011, NEVES et al., 2020). Mas a problemática não se limita ao município de Imperatriz e região. A arborização urbana de muitos outros municípios do país apresenta baixa diversidade de espécies, sumariamente justificadas por plantios com frequência excessivamente alta, a qual não é recomendada (AGUIRRE JUNIOR, 2008; PAGLIARI; DORIGON, 2013).

A baixa diversidade de espécies encontrada na arborização, apesar da variedade de Biomas e abundante flora existente, é uma questão recorrente nas pesquisas no Brasil e reflete, o descaso com meio ambiente, tão característico da contemporaneidade (SANTOS; ENOKIBARA; OLIVEIRA, 2019). Em Imperatriz, este fato pode ser comprovado pelo investimento de R$ 404.010,92 na reforma e modernização da Praça da Cultura em 2018 sem a inserção de uma muda de árvore ou manutenção das existentes.

3.2 Chave dendrológica

O tipo da folha é um dos principais auxiliares para a classificação das chaves. A chave dendrológica desenvolvida a partir da caracterização morfológica, expressou a presença espécies de folhas simples (8) e folhas compostas (5), tendo 1 espécie com filotaxia alterna e oposta, e 4 espécies com alternas e 3 com opostas (Tabela 2).

1a - Folhas simples 2
1b - Folhas compostas 9

2a - Filotaxia Alterna e Oposta .... *Hancornia speciosa*
2b - Filotaxia Alterna ou Oposta 3

3a - Folhas Alternas 4
3b - Folhas Opostas 7

4a - Textura Coriácea 5
4b - Textura Cartácea .... *Virola subsessilis*

5a - Obovadas .... *Anacardium occidentale*
5b - Ovadas, oblongo-lanceoladas ou largamente elípticas 6

6a - Oblongo-lanceoladas .... *Mangifera indica*
6b - Margem crenada ou serrada .... *Prunus dulcis*

7a - Textura Coriácea 8

7b - Textura Subcoriácea .... *Platonia insignis*

8a - Tricomas ausentes .... *Tabebuia cassinoides*
8b - Tricomas presentes na parte abaxial .... *Olea europaea*

9a - Palmeira .... *Acrocomia aculeata*
9b - Composta pinada, bipinada 10

10a - Composta bifoliolada .... *Bauhinia forficata*
10b - Composta paripinadas ou imparipinadas 11

11a - Composta trifoliolada ou digitada, imparipinada 12
11b - Composta imparipinada com pilosidade abaxial.. *Bowdichia virgilioides*

12a – De 5 a 7 folíolos membranosos, oblongos a lanceolados. *Ceiba pentandra*
12b – Composta por 3 folíolos ovalados .... *Clitoria fairchildiana*

Tabela 2 – Chave dendrológica para a identificação de espécies arbóreas da Praça da Cultura, Imperatriz – MA

Então, para distinguir entre alternas e opostas, considerando sua identidade, há 1 folha alternada e estrutura de substância branca (*V. subsessilis*), e 1 folha oposta e estrutura subcortical (*P. insignis*), outras espécies exibem uma consistência arenosa. Por sua vez, outras feições que a distinguem alternam-se das opostas, a forma das folhas é obovada, ovalada, oblongo-lanceolada ou essencialmente elíptica, com margens crenadas ou serrilhadas (LORENZI et al., 2003; LORENZI et al.,2006).

No entanto, à primeira vista, as espécies com folhas compostas eram as mais difíceis de diferenciar, por isso foram reduzidas a características específicas. As leguminosas são as mais difíceis de ver suas diferenças, foram encontradas 6 nesta família, uma de suas características são as folhas pequenas, que podem ser usadas para ajudar a distinguir, como a Sucupira-preto (*Bowdichia virgilioides*), parte da qual possui pelos abaxiais (tricomas), chamados pilosas, o que ajuda a diferenciá-los de outras pilosas. Esses folíolos também diferem na classificação da Pata de Vaca (*Bauhinia forficata*) como planta bífila, e também auxiliam no número, classificando-as como bipinadas ou duplo-pinadas. Outras características: folíolos membranosos, oblongos a lanceolados e elípticos, importantes para identificar as espécies mais semelhantes. (LORENZI et al., 2003; LORENZI et al.,2006).

CONCLUSÕES

A diversidade da Praça da Cultura é baixa, com elevada abundância da Mangueira (*Mangifera indica L.*), que dentre outras características, é uma espécie exótica e limita

sua utilização na arborização, com frutos grandes que podem causar acidentes e torna altamente recomendável a substituição gradual por mais árvores de outras espécies, nativas da região, e, portanto, adaptadas ao ecossistema regional.

A chave dendrológica desenvolvida, pode ser aplicada para identificação arbórea da Praça da Cultura e de outras praças do município Imperatriz.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE JUNIOR, J. H. **Arborização viária como patrimônio municipal de Campinas/SP: histórico, situação atual e potencialidades no Bairro Cambuí.** Dissertação. Universidade de São Paulo, 2008.

ANGELO, D. H. Índices espaciais e de diversidade Florística das Zonas Central e Residencial Central de Imperatriz-MA. Dissertação de Mestrado, UFT, 2017.

ARANTES, C.; RIBEIRO, T. A.; PATERNIANI, J. E.; TATEOKA, M. S.; SILVA, G. K. Uso de coagulantes naturais à base de Moringa oleifera e tanino como auxiliares da filtração em geotêxtil sintético não tecido. **Engenharia Agrícola**, v. 34, p. 780-788, 2014.

ARAÚJO, R. C. R. de.; PIRES. L. L. Opções de frutíferas do cerrado para paisagismo urbano em bairros da periferia de Goiânia-GO. **Revista Caatinga. v. 22 n. 4.,** 2009.

BIONDI, D.; BOBROWSKI, R. Utilização de índices ecológicos para análise do tratamento paisagístico arbóreo dos parques urbanos de Curitiba-PR. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, 2014.

CARVALHO, P. E. R. Espécies Arbóreas Brasileiras. **Embrapa**, vol. 2, p. 79-87. 2006.

CARVALHO, J. A.; NUCCI, J.C.; VALASKI, S. Inventário das árvores presentes na arborização de calçadas da porção central do bairro Santa Felicidade–Curitiba/PR. **REVSBAU**, v. 5, n. 1, p. 126-143, 2010.

COSTA, C.; FONSECA, R.; ALMEIDA, D.; OLIVEIRA, M.; OLIVEIRA, D.; BRAGA, J. Espécies utilizadas na arborização em praças do município de Caxias, Maranhão. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 12, n. 1, p. 65-78, 2017.

CUPERTINO, M. A.; EISENLOHR, P. V. Análise florística comparativa da arborização urbana nos campi universitários do Brasil. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, p. 739-750, 2013.

ENOKIBARA, M.; DOS SANTOS, M. F. N.; ROMERO, L. B.; VELASCO, G. D. N. Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo: Reflexões sobre o ambiente construído e a paisagem. **ANAP**. Tupã/SP 2019. vol. 4, 1° ed., 2019.

GOMES, E. M. C.; RODRIGUES, D. M. de S.; SANTOS, J. T.; BARBOSA, E. de J. Análise quali-quantitativa da arborização de uma praça urbana do Norte do Brasil Nativa. **Pesquisas Agrárias e Ambientais.** Sinop, v.4, n.3, p.179-186, mai./jun. 2016.

JORGE, V. C.; OESTREICH, E. F.; MAMEDE, J. S. S.; NASCIMENTO, D. A.; SOUZA, M. D.; SILVA, J. G. J.; DORVAL, A. Diagnóstico fitossanitário da arborização urbana no bairro Cidade Alta, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Revista Espacios**, v. 38, n. 41, p. 1-9, 2017

LOBATO, L. J. T.; SOUZA, L. G. P. DE; COSTA, J. S.; BIAZATTI, L. D.; CALLEGARO, R. M. Levantamento dendrológico em ambiente urbano de Rive, distrito de Alegre – ES**. Caderno de Pesquisa. Santa Cruz do Sul**, v. 31, n. 3, p. 12-21, set./dez. 2020.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1992.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas. 1. Ed. Nova Odessa/SP: Instituto Plantarum, 2003.

LORENZI, HARRI; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura).** 1. Ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2006.

LOUREIRO, V. R.; BARBOSA, E. J. S. Cidade de Belém e natureza: uma relação problemática? **Periódicos UFPA**, v.13, n.1, p. 105-134, mar./mai., 2010.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement.** 1. ed. Princeton: Princeton University, 1988.

MORAES, L. A.; MACHADO, R. R. B. Potencial florístico de espécies arbóreas-arbustivas da caatinga e cerrado piauienses para uso urbano. In: **XII Simpósio de Geografia da UESPI**, 2012, TERESINA-PI. XII Simpósio de Geografia da UESPI, 2012.

MORAES, L. A.; MACHADO, R. R. B. A arborização urbana do município de Timon/MA: inventário, diversidade e diagnóstico quali-quantitativo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.9, n.4, p. 80-98, 2014.

NEVES, J.; DE AQUINO, M. G. C.; MAESTRI, M. P.; DOS SANTOS, J. L.; ALVES, F.; FIGUEIRA, E. Florística e índices espaciais das praças do bairro Centro no Município de Santarém (PA). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR), 2020.

PAGLIARI, S. C.; DORIGON, E. B. Arborização urbana: importância das espécies adequadas. **Unoesc & Ciência**, v. 4, n. 2, p. 139-148, 2013.

PORTO, L. P. M.; BRASIL, H. M. S.; SILVA, A. C. P.; REIS, A. F. S.; OLIVEIRA, D. B. D.; FRAZÃO, D. A. C.; SHIMIZU, E. S. C.; ARAGÃO, I. L. G.; SOUSA, J. A. L.; SAITO, L. G. B.; CARVALHO, L. F. M; LEÃO, N. V. M.; ROSAS, A. S. R.; BARBOSA, L. G. B.; SAMPAIO, M. R. G. **Manual de orientação técnica da arborização urbana de Belém.** Disponível em: <http://ww3.belem.pa.gov.br/www/wp-content/uploads/Manual-deArboriza%C3%A7%C3%A3o-de-Bel%C3%A9m.pdf > Acesso em:30 ago. 2022.

PROCÓPIO, L. C.; SECCO, R. S. A importância da identificação botânica nos inventários florestais: o exemplo do “tauari” (Couratari spp. e Cariniana spp. - Lecythidaceae) em duas áreas manejadas no estado do Pará. vol., 38. p. 32. **Acta Amazonica**. 2008.

ROPPA, C; FALKENBERG, J.R.; STANGERLIN, D.M.; BRUN, F.G.K; BRUN, E.J.; LONGHI, S.J. Diagnóstico da percepção dos moradores sobre a arborização urbana na Vila Estação Colônia – Bairro Camobi, Santa Maria – RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n.2, p. 11-30, 2007.

RIZZINI, C. T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de dendrologia brasileira. Blucher. São paulo. 2 ed. p. 14 - 15, 1978.

SAIBERT, E. B. Taxonomia, Herborização e Análise fenológica de espécies lenhosas em um fragmento de floresta ombrófila mista aluvial em Guarapuava – PR. Tese de graduação – Ciências Biológicas. Guarapuava – PR. 05 de novembro de 2021.

SANTAMOUR. Frank S. JR. **Trees For Urban Planting: Diversity Uniformity, and Common Sense.** p. 396. 2002.

SANTOS, M. F. N.; ENOKIBARA, M.; OLIVEIRA, E. L. Projeto e avaliação de custos de um sistema compacto de wetlands construídos para habitação social no município de Bauru-SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 7, n. 52, 2019.

SILVA, A. G.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Avaliando a Arborização Urbana.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2007. 346p. (Coleção Jardinagem e Paisagismo, Série Arborização Urbana, v. 5).

SILVA, J. B.; BATISTA, I. M. S. O 1º Plano Quinquenal de Valorização Econômica da Amazônia de 1955: educação para o desenvolvimento amazônico. **Revista HISTEDBR On-Line**, v. 15, n. 66, p. 56-72, 2015.

SILVA, R. V.; ANGELO, D. H.; ARRUDA, A. A.; SILVA, W. A. Análise dos principais conflitos e espécies inadequadas presentes na arborização viária na região central do município de Imperatriz (MA). **REVSBAU.** Curitiba – PR, v.13, n.2, p. 47-61, 2018.

SILVA, A. D. P.; BATISTA, A. C.; GIONGO, M. V. G.; BIONDI, D.; DOS SANTOS, A. F.; DE OLIVEIRA, L. M.; CACHOEIRA, J. N. Arborização das Praças de Gurúpi – TO – Brasil: Composição e Diversidade de Espécies. **REVSBAU**, v. 14, n. 4, p. 1-12, 2019.

SOUZA, A. L. et al. Diagnóstico quantitativo e qualitativo da arborização das praças de Aracaju, SE. **Revista Árvore**, v. 35, p. 1253-1263, 2011.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **FLORESTAS NATIVAS: Estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa, MG**: EdUFV, v. 1. 2013, 322 p.

MACROMORFOLOGIA DE ESPÉCIES DA SUBFAMÍLIA MIMOSOIDEAE NO *CAMPUS* TAPAJÓS DA UFOPA, SANTARÉM, PA

Data de aceite: 02/08/2023

Vanessa Ferreira Sales
Engenheira Florestal
Universidade Federal do Oeste do Pará,
Santarém - PA

Andressa Jaqueline Viana de Souza
Universidade Federal do Oeste do Pará,
Santarém - Pará

Cristina Aledi Felsemburgh
Universidade Federal do Oeste do Pará,
Instituto de Biodiversidade e Florestas,
Santarém - PA

RESUMO: A arborização presente no *campus* Tapajós da Universidade Federal do Oeste do Pará gera muitos benefícios para a comunidade acadêmica e aos moradores do entorno, desde serviços ambientais a auxílio para aulas práticas de algumas disciplinas. Essa contribuição para a qualidade de vida do homem e para a ecologia regional merece destaque para a conservação e preservação dessas áreas verdes inseridas no ambiente urbano, bem como, a correta identificação das espécies, para que seja feito o manejo correto. Portanto, trabalhos envolvendo a morfologia, aspectos taxonômicos e ecologia de espécies são imprescindíveis para a identificação botânica. O presente trabalho objetivou realizar a caracterização dendrológica de espécies pertencentes a subfamília Mimosoideae, da família Fabaceae, utilizando-se caracteres macromorfológicos O agrupamento das espécies seguiu o sistema de classificação APG III, utilizando imagens e ficha dendrológica para a descrição de folha e fuste. O levantamento realizado para as espécies presentes no *campus* Tapajós permitiu a diferenciação destas, a caracterização dendrológica macromorfológica baseada em caracteres vegetativos com detalhes de fuste, acrescidos de imagens que possibilitam o fácil reconhecimento das espécies em campo, além de servir como subsídio para novas pesquisas e atividades relacionadas com a morfologia de espécies arbóreas, podendo auxiliar inventários florestais e levantamentos florísticos.

PALAVRAS-CHAVE: Caracteres macromorfológicos, Dendrologia, Ecologia, Mimosoideae, Chave dicotômica

MACROMORPHOLOGY OF MIMOSOIDEAE SUBFAMILY SPECIES AT UFOPA'S TAPAJÓS CAMPUS, SANTARÉM, PARÁ ABSTRACT

ABSTRACT: The tree cover present in the Tapajós campus of the Federal University of Western Pará generates numerous benefits for the academic community and the surrounding residents, ranging from environmental services to support for practical classes in certain subjects. This contribution to human quality of life and regional ecology deserves special attention for the conservation and preservation of these green areas within the urban environment, as well as the accurate identification of species to facilitate proper management. Therefore, efforts involving the morphology, taxonomic aspects, and ecology of species are essential for botanical identification. This current study aimed to conduct dendrological characterization of species belonging to the Mimosoideae subfamily, Fabaceae family, utilizing macromorphological characteristics. The grouping of species followed the APG III classification system, employing images and dendrological records for leaf and stem description. The survey conducted for the species present on the Tapajós campus allowed differentiation among them, providing macro-morphological dendrological characterization based on vegetative features with stem details, supplemented with images that enable easy species recognition in the field. It also serves as a basis for new research and activities related to the morphology of tree species, potentially aiding in forest inventories and floristic surveys.

KEYWORDS: Macromorphological characters, Dendrology, Ecology, Mimosoideae, Dichotomous key.

1 I INTRODUÇÃO

A arborização no campus Tapajós da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA desempenha um papel fundamental na vida acadêmica, na qualidade de vida urbana e na ecologia regional. No contexto educacional, a arborização no *campus* Tapajós é uma ferramenta valiosa, fornecendo recursos para disciplinas como botânica, sistemática vegetal e dendrologia. Essa abordagem prática não apenas enriquece o ensino, mas também otimiza o tempo em sala de aula e reduz os custos associados a viagens de campo.

A família Fabaceae, que abrange as espécies desta pesquisa, tem ampla distribuição no Brasil, com cerca de 222 gêneros, com 15 deste endêmicos, e 2.807 espécies presente nas mais variadas tipologias vegetais, sendo uma das famílias com maior variedade de espécies dentre as angiospermas no território brasileiro (GUERRA, 2017).

Segundo David et al., (2015) a subfamília Mimosoideae é caracterizada por apresentar folhas compostas, presença de nectários extraflorais e flores actinomórficas, que podem ser dispostas em glomérulos, espigas ou racemos. Para Borges (2010) a morfologia da subfamília Mimosoideae compreende características particulares, com nomenclatura pouco abordada em glossários botânicos.

Portanto, trabalhos envolvendo a morfologia, aspectos taxonômicos e ecologia de espécies arbóreas são imprescindíveis para a identificação destas, considerando a

existência de espécies com características similares que podem gerar identificações incorretas em campo, e consequentemente qualquer manejo previsto não será o mais adequado.

Para isso a dendrologia que é uma ciência subjetiva, pode ser entendida como uma área de conhecimento integrada a botânica que estuda a identificação, distribuição e classificação de plantas lenhosas (árvores, arbustos e lianas) utilizando-se de características facilmente reconhecíveis em campo como o formato do tronco, base, estrutura, textura e cor da casca, alburno, presença de espinhos ou acúleos, exsudações, além dos ramos e folhas (TEIXEIRA, 2014).

Nesse contexto o presente trabalho buscou realizar a caracterização dendrológica utilizando caracteres macromorfológicos identificadores acrescentando outras informações no intuito de criar subsídios e auxiliar outras pesquisas e atividades relacionadas com a morfologia de espécies arbóreas da subfamília Mimosoideae, da família Fabaceae, presentes no componente arbóreo do *campus* Tapajós da UFOPA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no *campus* Tapajós da Ufopa, situado na região do baixo amazonas, município de Santarém, no oeste do estado do Pará, a área no qual o *campus* está alocado é formado por fragmentos florestais. O clima da região é classificado por Koppen-Geiger como Af (clima tropical chuvoso). Os dados utilizados para a base deste trabalho foram coletados por Souza (2018) no período de Outubro de 2016 a Fevereiro de 2018, nas áreas de convívio comum onde o componente arbóreo estava inserido ao entorno. A pesquisa foi cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN), sob o protocolo A259F5F.

Com base no banco de dados disponibilizado por Souza (2018) foram selecionados indivíduos arbóreos com diâmetro a altura do peito (DAP) ≥ 5 cm. O agrupamento das espécies e a classificação botânica foram baseados no sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group - APG III (2009). Para a descrição dendrológica foram utilizadas imagens fotográficas e para as características como odor e exsudatos que não são possíveis de serem descritas e visualizadas por imagem, utilizou-se as informações do banco de dados disponibilizado.

A caracterização dendrológica foi realizada com o auxílio de ficha dendrológica adaptada de Miller (2015), para registrar e descrever as características das folhas e do fuste. De acordo com Miller (2015) e Souza (2018), foram analisados para a descrição do fuste: posição, forma, base, textura e raízes expostas. Avaliou-se para a casca externa a aparência e para a casca interna a coloração, presença de odores, oxidação e exsudatos, incluindo características adicionais quando presentes como acúleos, espinhos, cristas e cicatrizes naturais. No alburno foi avaliada apenas a coloração e aparência.

Para a caracterização foliar foram descritas a composição, filotaxia, coloração, textura/consistência, base, ápice, margem e tipo de venação. Acrescentando ainda características importantes para identificar as espécies como a presença de glândulas, pilosidade, e outros apêndices.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A subfamília Mimosoideae apresentou 40 indivíduos, divididos em seis gêneros, com seis espécies, apresentando também dois espécimes identificados até o nível de gênero (*Inga* sp.), e uma espécime não identificada (NI).

Do grupo de espécies utilizadas neste trabalho, foram encontrados seis gêneros, sendo que o gênero *Inga* é representado pela espécie conhecida como ingá xixica (*Inga gracilifolia Ducke*). A espécie *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. se destacou, com o total de 18 indivíduos seguida da espécie Dinizia excelsa Ducke com oito indivíduos. As demais espécies tiveram entre um e quatro indivíduos na área.

Abarema cochleata **(Wild.) Barmeby & J. W. Grimes var.** ***cochleata***

A espécie conhecida popularmente por abarema, caracteriza-se pela presença de folha composta, bipinada (Figura 1-B), com filotaxia alterna espiralada (Figura 1-A), consistência foliar cartácea e coloração concolor. A forma do foliólulo é de elíptico a ovado, ápice foliar de acuminado a agudo, base arredondada, margem inteira, venação broquidódroma (Figura 1-C,D). Apresenta glândulas, estípulas nas gemas axilares, pecíolo com pulvino e peciólulo com pulvínulo (Figura 1-E, em destaque circulado), inflorescência axilar e terminal em capítulos, raque circular (Figura 1-F)

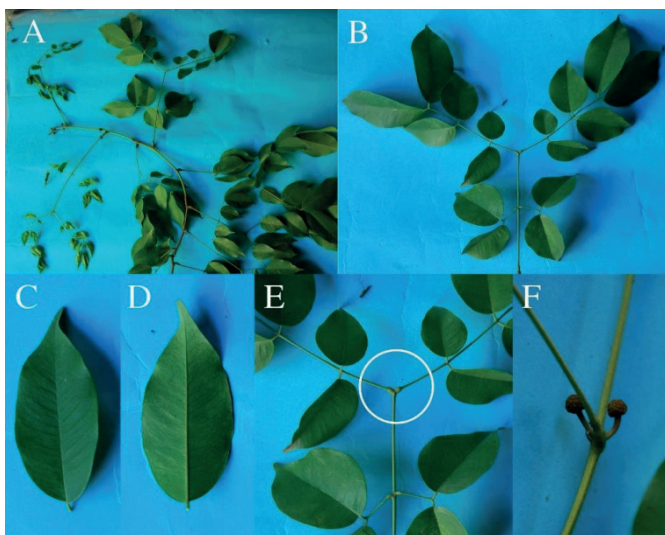



Figura 1: Detalhes da folha de *A. cochleata*. Onde (A) Ramo (B) Folha composta, (C) Face adaxial do foliólulo, (D) Face abaxial do foliólulo, (E) Pulvínulo, (F) Inflorescência axilar

O fuste se dispõe na posição ereta, com forma cilíndrica/circular (Figura 2-A), base reta (Figura 2-C), casca externa com aspecto sujo e áspero, ritidoma de coloração marrom, casca interna amarela e alburno creme (Figura 2-B). A casca interna exala odor agradável, lembrando vagem; oxidação presente e exsudato do tipo goma.

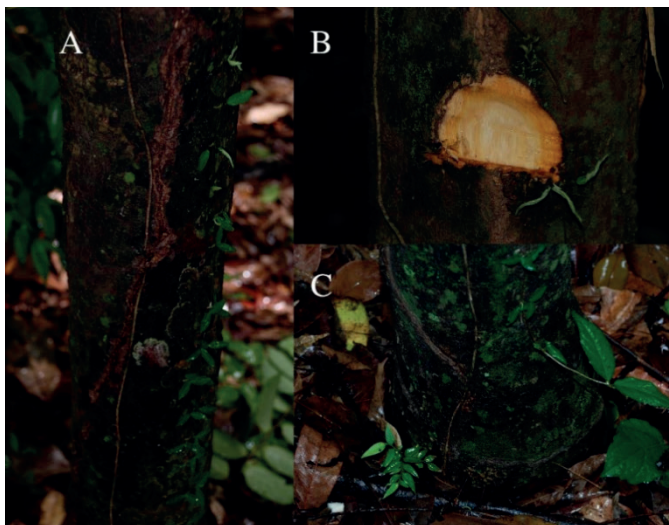



Figura 2: Detalhes do fuste de *A. cochleata*. Onde (A) Aparência, posição e forma do fuste, (B) Casca interna e alburno, (C) base do fuste.

***Dinizia excelsa* Ducke**

Esta espécie de nome popular angelim vermelho, apresenta folha composta, bipinada, filotaxia alterna espiralada, pinas e foliólulos alternos dísticos (Figura 3-A,B), consistência foliar membranácea e coloração concolor. A forma do foliólulo é obovado a ovado, ápice retuso, base assimétrica, margem inteira (Figura 3-C,D), foliólulos sésseis, raque acanalada na face adaxial (Figura 3-B, destacado por um retângulo) e estípulas terminal (Figura 3-B, destacado por círculos) e intrapeciolar.

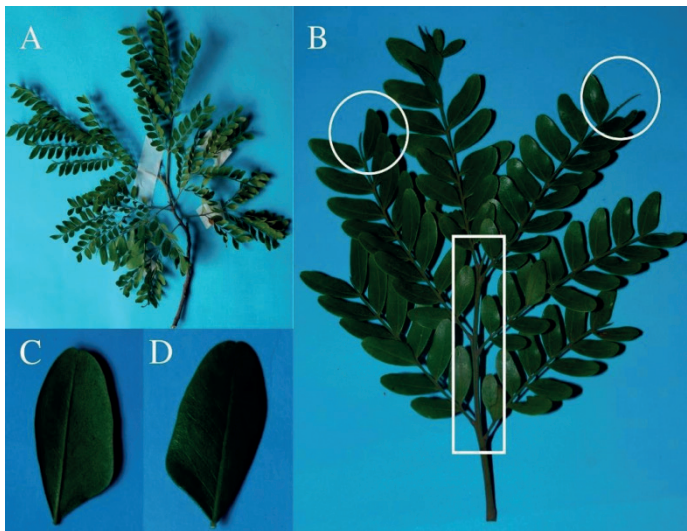



Figura 3: Detalhes da folha de *D. excelsa*. Onde (A) ramo, (B) Folha compostabipinada, (C) Face abaxial do foliólulo e (D) Face adaxial do foliólulo

O fuste se dispõe na posição ereta, possui forma cilíndrica/circular e base reta (Figura 4-C); a casca externa apresenta-se em placas lenhosas, que se desprende em placas grandes e irregulares (Figura 4-A,B), ritidoma de cor cinza e a casca viva possui coloração alaranjada e o alburno creme (Figura 4-D). Odor, oxidação e exsudato ausentes na casca interna.

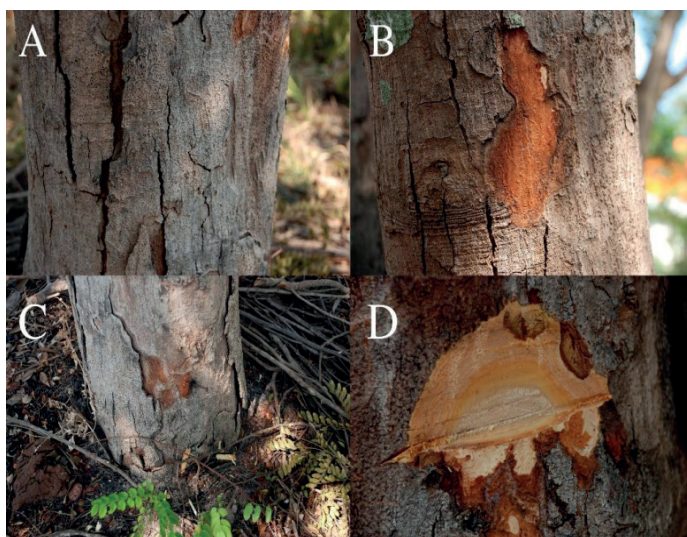



Figura 4: Detalhes do fuste de *D. excelsa*. Onde (A) aparência, posição e forma, (B) marcas quando a casca solta placas, (C) base e (D) casca viva e alburno.

***Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth.**

A espécie conhecida popularmente como fava-orelha, apresenta folha composta, bipinada, filotaxia da folha alterna espiralada (Figura 5-A), pinas e foliólulos opostos dísticos (Figura 5-B,C), consistência foliar membranácea e coloração discolor, ápice foliar arredondado, base assimétrica e margem inteira. Possui pilosidade cor de ferrugem na raque primária e secundária (Figura 5-D) e, glândulas na base da raque e entre cada par de pina (Figura 5-D,E, destacado em círculo).

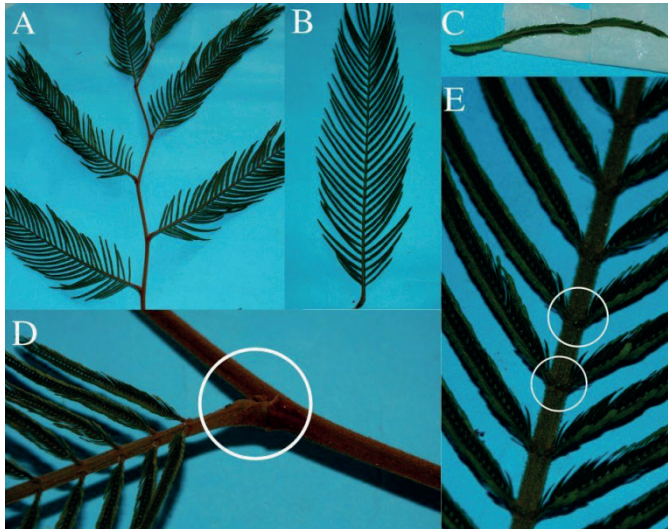



Figura 5: Detalhes da folha de *E. schomburgkii*. Onde (A) Ramo, (B) Folíolo, (C) Folha composta bipinada e (D) Glândula na base da raque e pilosidade cor ferrugem por todo o ramo e (E) glândulas entre o par de pinas.

O fuste se dispõe na posição ereta, com forma cilíndrica/circular, base reta (Figura 6-A). A casca externa possui aspecto sujo e áspero com algumas depressões e estrias (Figura 6-C), ritidoma na cor cinza. A casca interna apresenta coloração amarelada conforme se aproxima do alburno e, o alburno tem coloração creme (Figura 6-B). A casca interna possui odor presente, oxidação e exsudato ausentes.

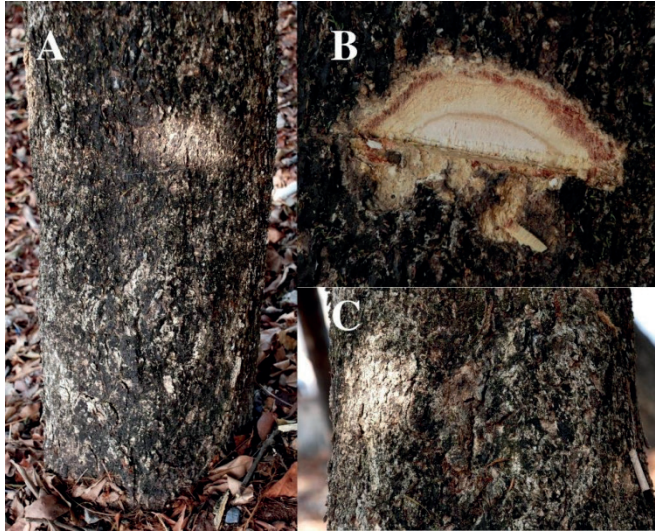



Figura 6: Detalhes do fuste de *E. schomburgkii.* Onde (A) Posição, forma e base, (B) Casca interna e alburno, e (C) Casca externa.

Parkia nitida **Miq.**

A espécie conhecida popularmente como fava-arara, apresenta folha composta, bipinada, filotaxia alterna espiralada; as pinas e foliólulos estão disposto de forma oposta dística (Figura 7-B); consistência foliar cartácea e coloração discolor, foliólulos oblongos com ápice arredondado, sésseis, base assimétrica, margem inteira e nervura cladódroma (Figura 7-D,E). Possui pilosidade de cor ferrugem (Figura 7-A), com presença de pulvino, e estrias na face adaxial da raque (Figura 7-C).

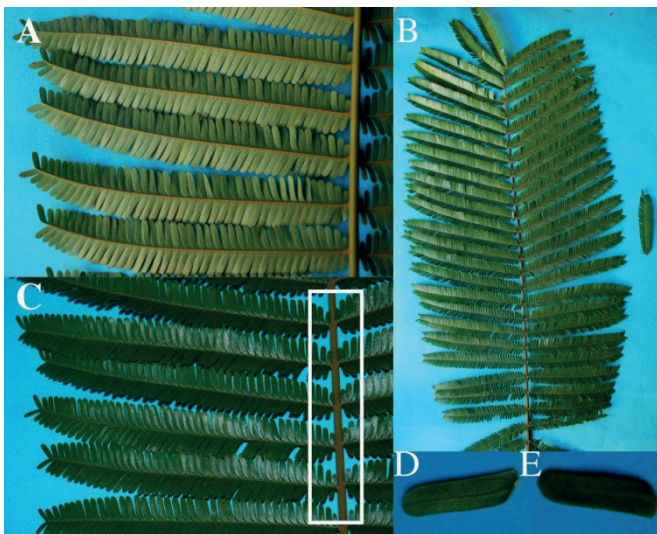



Figura 7: Detalhes da folha de *P. nitida*. Onde (A) Face abaxial da folha com pilosidade, (B) Folha composta bipinada, (C) Face adaxial com estrias na raque, (D) Face abaxial do foliólulo e (E) Face adaxial do foliólulo.

O fuste tem posição levemente inclinada, possui forma cilíndrica/circular, e base reta (Figura 8-C); casca externa com aspecto áspero e rugoso com algumas linhas em marcações horizontais (Figura 8 -A); ritidoma na cor cinza. A casca interna tem coloração laranja/amarelado claro, alburno creme/ amarelo claro (Figura 8-B) e, exsudato do tipo goma, com odor e oxidação ausentes.

Figura 8: Detalhes do fuste de *P. nitida*. Onde (A) Aparência da casca externa e forma do fuste, (B) Casca interna e alburno, e (C) Base.

***Inga gracilifolia* Ducke**

A espécie conhecida popularmente como ingá-xixica, apresenta folha composta, pinada, paripinada, com filotaxia alterna dística (Figura 9-A), consistência foliar papirácea e coloração discolor; forma do limbo elíptico, ápice foliar atenuado, base cuneada a atenuada, margem inteira e venação broquidódroma (Figura 9-B,D). Possui lenticelas no ramo (Figura 9-E) e glândulas entre o par de folíolos (Figura 9-C, destacado por círculo).

Figura 9: Detalhes da folha de *I. gracilifolia*. Onde (A) Ramo, (B) Face abaxial do folíolo, (C) Glândula, (D) Face adaxial do folíolo, e (E) Pontoações no ramo e uma flor

O fuste se dispõe na posição ereta, com forma cilíndrica/circular e base digitada (Figura 10-A,B). O aspecto da casca externa é áspero com algumas estrias pequenas (Figura 10-A). A coloração do ritidoma é marrom, da casca interna é marrom/avermelhado escuro e do alburno amarelado/ laranja claro (Figura 10-C). A casca interna exala odor agradável lembrando verduras, oxidação presente e exsudato do tipo goma.

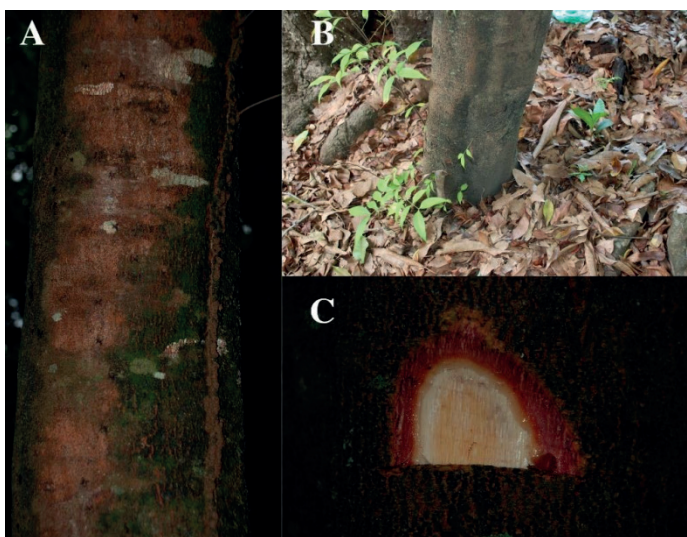



Figura 10: Detalhes do fuste de *I. gracilifolia*. Onde (A) Casca externa, forma e posição do fuste, (B) Base e (C) Casca interna e alburno.

***Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit**

A espécie conhecida pelo nome popular de leucena, apresenta folha composta, bipinada, filotaxia alterna espiralada (Figura 11-A), consistência foliar membranácea e coloração discolor; foliólulo obovado, assimétrico, ápice foliar cuspidado, base assimétrica, margem inteira e venação broquidódroma. Possui pecíolo com pulvino e peciólulo com pulvínulo (Figura 11-B,C), lenticelas no ramo (Figura 11-C) e glândulas entre o primeiro e o último par de pinas (Figuras 11-B).

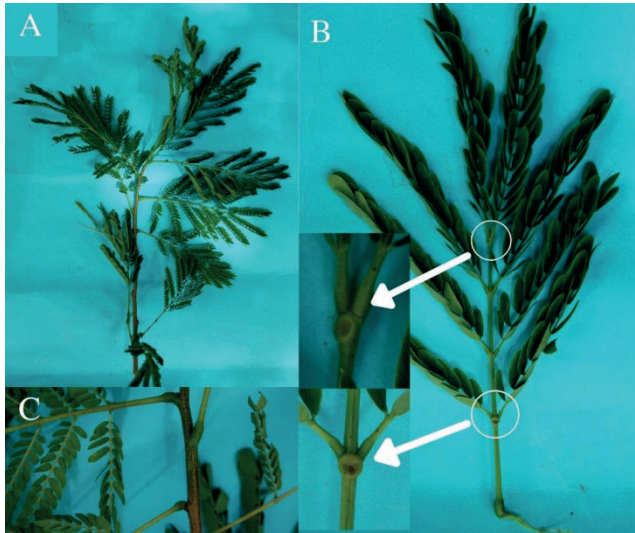



Figura 11: Detalhes da folha de *L. leucocephala*. Onde (A) Ramo; (B) Folha composta bipinada, e no círculo as glândulas e o pulvínulo; e (E) Lenticelas no ramo e o pulvino

O fuste está disposto na posição inclinada, com forma cilíndrica/circular e base reta (Figura 12-A,C). A casca externa possui aspecto estriado, com coloração marrom quase alaranjada em contraste com a cor marrom escuro do ritidoma. A coloração da casca interna levemente rosada e do alburno creme claro (Figura 12-B). A casca interna exala odor forte, lembra café recém torrado, oxidação ausente e exsudato do tipo seiva.

Figura 12: Detalhes do fuste de *L. leucocephala*. Onde (A) Posição e forma do fuste, e casca externa; (B) Casca interna e alburno; (C) Base.

Neste estudo foram encontrados seis gêneros da subfamília Mimosoideae, o mesmo número observado em inventário florístico por Silveira et al. (2013) e Amorim et al. (2016). Em levantamento na flora de Mato Grosso, os gêneros *Enterolobium, Inga e Leucaena* também foram registrados (DAVID et al., 2015).

O estudo de Sousa (2008) em um tratamento taxonômico nas restingas do litoral paraense chegou a mesma caracterização apresentada no presente estudo quanto ao número de folíolos, forma do limbo, ápice e base foliar, além da presença de estípulas descritas para a espécie *A. cochleata*.

Assim como neste trabalho, o angelim foi descrito morfologicamente por Ferreira et al. (2004) possuindo o tronco reto e cilíndrico e a casca com desprendimento em grandes placas lenhosas, folhas compostas bipinadas, filotaxia alterna, raque canaliculada, com um prolongamento terminal que aqui foi descrita como estípula terminal.

De acordo com Silva (2010), *E. schomburgkii* se difere das demais espécies por apresentar foliólulos diminutos e em grande número, presença de nectários foliares nos pecíolos (glândulas na base da raque), além da inflorescência em glomérulos e detalhes do fruto como as suas dimensões; os caracteres vegetativos foram fundamentais na descrição para o reconhecimento desta espécie na presente pesquisa.

Silva (2010) apresentou a mesma caracterização morfológica para o ingá-xixica, quanto a forma do limbo, ápice, base, venação e presença de glândulas. Ainda segundo este autor, a espécie apresenta fácil reconhecimento por seus folíolos, inflorescência solitária espiciforme, e frutos longos e retos, sésseis, não apresentando nenhuma semelhança com as demais espécies ocorrentes na área de estudo.

O estudo de Teixeira (2014) em uma área urbana de Foz do Iguaçu no Oeste Paranaense chegou a mesma caracterização morfológica apresentada neste trabalho para *L. leucocephala* quanto a composição foliar, filotaxia, ápice, margem e base do folíolo, o que demostra que mesmo em ambientes diferentes estas características não sofreram modificações, sendo importantes para sua descrição

CONCLUSÃO

O *campus* Tapajós abriga os cursos voltados para as ciências agrárias, com o Instituto de Biodiversidade e Florestas, logo, as áreas verdes presente no campus servem de base para novas pesquisas e conhecimentos práticos, participando de componentes de aulas e atividades práticas que são realizadas com uma didática eficaz de aprendizagem

A caracterização dendrológica macromorfológica baseada em caracteres vegetativos com detalhes de fuste, acrescidos de imagens e chave dicotômica possibilitam o fácil reconhecimento das espécies em campo, além de servir como subsídio para novas pesquisas, podendo auxiliar inventários florestais e levantamentos florísticos.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. D. M.; SOUSA, L. O. F.; OLIVEIRA, F. F. M.; CAMACHO, R. G. V.; MELO, J. I. M.. Fabaceae na Floresta Nacional (FLONA) de Assú, semiárido potiguar, nordeste do Brasil. Rodriguésia [online] v.67, n.1, p.105-124, 2016. DOI: https: //doi.org/10.1590/2175-7860201667108

Angiosperm Phylogeny Group (APG) III.. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, v.161, ed.2, p.105-121, 2009. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x

BORGES, L. M.. Mimosoideae na Serra Cipó, Minas Gerais e análise da variabilidade morfológica de *Mimosa macedoana* Burkart. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. DOI: https: //doi.org/10.11606/D.41.2010.tde-21072010-150120.

BRAZ, D. M.; MOURA, M. V. L. P.; ROSA, M. M. T.. Chave de identificação de espécies Dicotiledôneas arbóreas da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, com base em caracteres vegetativos. Acta Botanica Brasilica [online], v.18, n.2, p.225-240, 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000200003

CECCHETTO, C. T.; CHRISTMANN, S. S.; OLIVEIRA, T. D.. Arborização urbana: importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades. In: Seminário Internacional do MERCOSUL “Direitos Humanos e identidade: (inter)relações no mundo contemporâneo”, 16. Anais. Cruz Alta: UNICRUZ, 2014.

DAVID, M.; GONÇALVES, K. G.; NETO, G. G.. A subfamília mimosoideae (fabaceae) para a flora de Mato Grosso, Brasil. Revista Biodiversidade, Rondonópolis, v.14, n.3, p.19-34, 2015.

GUERRA, E.. Sistemática de *Abarema* s.s. (Fabaceae). Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Dados de rede do INMET, 2020.

MILLER, D. Z.. Caracterização dendrológica da família Fabaceae em um remanescente de floresta ombrófila mista, Curitiba, Pr. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SCATIGNA, A. V.; ALONSO, M. A.; BITTENCOURT, P. R. L.; REIS, T. R.. Chave de identificação baseada em caracteres morfológicos vegetativos de angiospermas lenhosas dos cerrados de Itirapina (São Paulo, Brasil). Instituto de Biologia, Relatório Técnico, São Paulo, 2010.

SILVA, F. B.. A tribo Ingeae Bentham (Leguminosae-Mimosoideae) na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. Dissertação (Mestrado em Taxonomia Vegetal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2010.

SILVEIRA, F. S.; MIOTTO, S. T. S.. A família Fabaceae no Morro Santana, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: aspectos taxonômicos e ecológicos. Revista Brasileira de Biociências, v.11, n.1, p.93-114, 2013.

SOUSA, M. A. C.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.. Levantamento dendrológico no campus de dois irmãos, Recife, Pernambuco. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão - JEPEX, 13, 2013, Recife. Anais. UFRPE: Recife, 2013.

SOUZA, A. J. V.. Levantamento quantitativo e caracterização dendrológica no campus Tapajós da Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018.

TEIXEIRA, C.. Chave de identificação baseada em caracteres vegetativos para a arborização urbana de Foz do Iguaçu – PR. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

POTENTIAL FOR NATURAL REGENERATION IN ECOLOGICAL RESTORATION AREAS IN THE PAMPA: WHAT DOES THE SOIL SEED BANK TELL US?

Data de aceite: 02/08/2023

Djoney Procknow
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Agrárias, Depto. Engenharia Florestal, Lab NEPRADE (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Áreas Degradadas), Santa Maria, RS.
https://orcid.org/0000-0002-0128-125X

Ana Paula Moreira Rovedder
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Agrárias, Depto. Engenharia Florestal, Lab NEPRADE (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Áreas Degradadas), Santa Maria, RS.
https://orcid.org/0000-0002-2914-5954

Bruna Balestrin Piaia
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Agrárias, Depto. Engenharia Florestal, Lab NEPRADE (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Áreas Degradadas), Santa Maria, RS.
https://orcid.org/0000-0001-7639-6978

Betina Camargo
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Agrárias, Depto. Engenharia Florestal, Lab NEPRADE (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Áreas Degradadas), Santa Maria, RS.
https://orcid.org/0000-0001-5526-1783

Maureen de Moraes Stefanello
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Agrárias, Depto. Engenharia Florestal, Lab NEPRADE (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Áreas Degradadas), Santa Maria, RS.
https://orcid.org/0000-0001-7748-3969

Jéssica Puhl Croda
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Agrárias, Depto. Engenharia Florestal, Lab NEPRADE (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Áreas Degradadas), Santa Maria, RS.
https://orcid.org/0000-0003-2752-5053

Jhonithan Matielo
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Agrárias, Depto. Engenharia Florestal, Lab NEPRADE (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Áreas Degradadas), Santa Maria, RS.
https://orcid.org/0000-0003-1763-3800>

Marcela Peuckert Kamphorst Leal da Silva
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Agrárias, Depto. Engenharia Florestal, Lab NEPRADE (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Áreas Degradadas), Santa Maria, RS.
https://orcid.org/0000-0001-9134-2863

ABSTRACT: The objective of the study was to evaluate the soil seed bank as a factor for understanding the natural regeneration potential of Pampa forest formations. We selected four study areas: planting in nuclei, passive restoration, commercial planting of eucalyptus, and reference area. The seed bank was collected from the soil with the aid of a wooden template (0.25 cm x 0.25 cm) at a depth of 5 cm from the soil surface, and we carried out ten random collections per area. We conducted the shade-house study for twelve months and evaluated quarterly, counting and identifying the emerging seedlings. Kruskal-Wallis analysis ($p<0.05$) was used to compare the number of germinated seeds and dispersal syndrome between areas. We calculated the Shannon diversity index, Pielou's evenness, and floristic similarity using the Jaccard index. In total, 1,922 seeds germinated, distributed in 65 botanical families and 10 genera. The families with the highest species richness were Poaceae, Cyperaceae, and Asteraceae. There was a significant difference between the areas analyzed in the number of germinated seeds and in species richness. The herbaceous life form was predominant, as well as the abiotic dispersal syndrome. The areas under planting in nuclei and reference areas showed greater floristic similarity. The areas with application of restorative techniques, demonstrated typical shrub formation of primary succession. The soil seed bank has the potential for natural regeneration and is a good indicator of restoration for a study area.
KEYWORDS: indicator, nucleation, restorative techniques.

INTRODUCTION

Large areas around the world have been degraded and landscapes everywhere are being simplified by different land-use practices. Land degradation by deforestation, biodiversity loss, and the global context of climate change have increased the demand for ecological restoration programs and international commitments in the environmental sector, such as the Bonn Challenge (IUCN, 2011) and the 20x20 initiative (WRI, 2014).

Large-scale programs require restoration approaches with ecological efficiency and a better cost-effectiveness ratio. In this way, passive restoration is one of the lower cost approaches, which uses the local regeneration potential and presents better results in landscapes with a high level of habitat connectivity (CROUZEILLES et al., 2017). It is practiced either without or with reduced active human interventions, once persistent disturbances or stressors are removed (BENAYAS et al., 2009; ZAHAWI et al., 2014). Sites under passive restoration have demonstrated an increase in plant density and species diversity and the ability to provide ecosystem services (CHAZDON, 2008, 2017; CROUZEILLES et al., 2017). Nucleation strategies are an intermediate alternative with less intervention (BECHARA et al., 2016). These strategies are based on the theory proposed by Yarranton and Morrison (1974), in which pioneer shrubs and trees facilitate the recruitment of other species through improved microhabitat and seed dispersal conditions.

The evaluation of ecological processes, which express the natural capacity for regeneration of areas as ecological indicators of restoration, is important to understand the dynamics of the restoration approach, such as applied nucleation and passive restoration,

and to improve ecological efficiency. The soil seed bank is an important ecological process which expresses the natural dynamics of vegetation and acts as an indicator of the potential for resilience (TRES et al., 2007). The soil seed bank is a dynamic system (BARBOSA, 2012), as the accumulation of seeds in the soil varies according to the inputs and outputs. Inputs come from dispersion mechanisms (seed rain) and outputs occur through physiological responses related to environmental stimuli (germination), as well as viability and seed predation (GASPARINO et al., 2006). Floristic composition and density of the soil seed bank can be good indicators of the state of conservation (MARTINS et al., 2015) and the potential for restoring the dynamic balance of the area (CALEGARI et al., 2013).

In southern Brazil, the vegetation of the Pampa biome is composed of different phytophysiognomies, with different floristic compositions, which are influenced by geomorphological and climatic characteristics, in addition to those related to soil management and occupation (PILLAR and QUADROS, 1997; BAUERMANN et al., 2008). Grasslands are predominant in the Pampa; however, forest formations also occur (MARCHIORI 2004; VÉLEZ et al., 2009). Forests occurring continuously in the Pampa landscape are restricted to the geomorphological regions of the Encosta do Sudeste, where this study was carried out, and the Central Depression. In the other regions, riparian forests occur in less extensive areas, but with relevant ecosystem services.

In recent decades, natural vegetation sites in the Pampa biome have been replaced by annual crops such as soybeans and rice, or perennials, such as *Eucalyptus* spp., *Acacia mearnsii*, and *Pinus* spp. (OLIVEIRA et al., 2018). Forest restoration projects in the Pampa are scarce and in small numbers, compared to forest formations in other Brazilian regions. There are knowledge gaps concerning the restoration of vegetation of both grassland and forest physiognomies. Therefore, research and monitoring programs are needed to determine natural regeneration potential and the success of restoration projects in this biome (ROVEDDER et. al, 2017).

The current study aims to evaluate the potential for natural regeneration from the soil seed bank in riparian zones. We assessed sites under restoration by applied nucleation and passive restoration, as well as a site with *Eucalyptus* sp. forestry and a Seasonal Semideciduous Forest in the Serra do Sudeste region, Pampa biome.

MATERIAL AND METHODS

Study site

This study was carried out in Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. The regional climate type is Cfa according to the Koppen climatic classification, described as subtropical humid with hot summers and without a dry season. The average monthly rainfall varies between 116 mm and 195 mm, and the average altitude is 201 m in relation to sea level

(ALVARES et al., 2013). The predominant soils in the region are Entisols, Inceptisols, and Oxisols (STRECK et al., 2008). The study area is in the Pampa biome, with a vegetation mosaic of grassland, shrubland, and Seasonal Semi-deciduous Forest, with elements of Mixed Ombrophilous Forest in higher altitude zones (ROVEDDER, 2013; OVERBECK et al., 2015; GUARINO et al., 2018). *Eucalyptus* sp. silviculture is the main soil use in the landscape. We assessed four sites in sequence:

Applied nucleation: this is a degraded site (0.5 ha), due to suppression of riparian vegetation and replacement by pasture for livestock. The site was isolated by fencing 12 years ago and applied nucleation was implemented seven years ago. The nuclei were randomly established. Each nucleus was implanted with five seedlings one meter apart, with random distribution of the following species: *Schinus terebinthifolia* Raddi, *Cordia americana* (L.) Gottshling and J.E.Mill, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Inga vera* Willd., *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke, *Luehea divaricata* Mart. and Zucc., *Cedrela fissilis* Vell., *Eugenia uniflora* L., *Psidium cattleianum* Sabine, and *Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke.

Passive restoration: degraded site (1.0 ha) due to suppression of riparian vegetation and replacement by pasture for livestock. The site was fenced 12 years ago. The current vegetation cover is composed of shrub-tree phytophysiognomy which is characteristic of secondary succession of the Pampa biome.

Eucalyptus sp. forestry: the area belongs to a private company, and the forest garden is located around the other areas studied. The commercial planting is approximately 8 years old, being in the second rotation, with trees approximately 15 meters high. According to Caumo et al., (2020) information about practices developed before forest planting is scarce, however, it is common in the region to carry out fires to control vegetation. The property is regularly visited by cattle with an indeterminate quantity and length of stay, since they are placed there by neighboring farms who take advantage of the area to feed their animals, even without the consent of the owning company.

Riparian forest: Seasonal Semi-deciduous forest remnant with 24 hectares, typical of the forest formation of riparian zones in the study region. This forest presents an intermediate stage of ecological succession.

Soil seed bank collection and analysis

The soil seed bank was collected in October 2017, with a 25 cm x 25 cm template at a depth of 5 cm from the soil surface. We collected ten random sample repetitions in each site. The samples were placed in plastic trays of 3L each, randomly distributed on benches in greenhouses for germination of the soil seed bank. Ten plastic trays with commercial substrate, randomly distributed among the other trays, formed the control treatment. Irrigation occurred daily. We counted and identified all the emerging seedlings and then

removed them from the trays. We considered a seed as germinated when the seedling was emitted, as described by Stockman et al. (2007), who defined the development of essential embryo structures as a normal seedling.

The botany classification followed the APG IV (2016) (Angiosperm Phylogeny Group). The species were classified according to the biotic and abiotic dispersal syndrome (CALLE and HOLL, 2019) and the way of life.

Data analysis

The number of germinated seeds, species richness, and dispersal syndrome of the germinated individuals were submitted to the Shapiro-Wilk and Bartlett tests to verify the assumptions of normality and homogeneity of variance ($p > 0.05$) respectively. The premises were not met, so the data were submitted to the Kruskal-Wallis test ($p<0.05$).

Shannon's diversity index and Pielou's index were analyzed to measure species diversity and uniformity, respectively, of the studied areas.

Floristic similarity was calculated using the Jaccard index (Müeller-Dombois & Ellenberg, 1974), with dendrogram generation.

All statistical analyses were processed in R program (version 4.1) (R Core Team, 2020).

RESULTS

Considering the four areas evaluated, we observed the germination of 1,922 seedlings. Among the germinated seeds, 75 species were identified, 65 at the species level and 10 at the genus level, distributed in 27 botanical families. The total number of unidentified seedlings was 25. The families with the highest species richness were: Poaceae (17 species), Cyperaceae (12 species), and Asteraceae (9 species).

In the nuclei planting, 666 seeds germinated and the most representative species were *Ichnanthus* sp., *Fimbristylis dichotoma* (Retz.) Vahl, *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguélen, and *Hydrocotyle* sp., representing 33.78% of germinated individuals. In the passive restoration, 463 seeds germinated and the most representative species were *Centella asiática* (L.) Urb, *Ichnanthus* sp., *Rhynchospora tenuis* Link, and *Hydrocotyle* sp. representing 53% of germinated individuals. In commercial eucalyptus plantations, *Oxalis lasiopetala* Zucc., *Sisyrinchium* sp., *Polygala paniculata* L., and *Hydrocotyle* sp., predominated, representing 44% of the individuals of the total of 257 germinated seeds. In the native forest we observed 536 seedlings, of which the most abundant species were: *Commelina* sp., *Paspalum plicatulum* Michx, *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist, *Fimbristylis dichotoma*, and *Cyperus incomtus* Kunth, representing 51.49% of germinated individuals.

The areas of nuclei planting, passive restoration, and native forest differed from

the area of commercial eucalyptus planting in the number of germinated seeds. Species richness did not differ significantly for the areas planted in nuclei and native forest by the Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$) (Table 1).

For diversity indices (Table 1), applied nucleation showed higher Shannon (H) and Pielou (J) indices. However, the Pielou index was similar to the *Eucalyptus* sp. Forestry area. It is observed that Passive restoration and Riparian forest also presented a similar behavior for the Shannon index.

Areas	GS	R	H'	J'
Applied nucleation	66.6 a*	17.6 a	3.39	0.85
Passive restoration	46.3 ab	12.2 b	2.89	0.77
Eucalyptus sp. forestry	25.7 c	8.4 c	3.04	0.84
Riparian forest	53.6 a	13.9 ab	3.14	0.78

Where: GS = Germinated seeds; R = Richness; H' = Shannon diversity index; J' = Pielou's evenness index.

* Means followed by the same letter, in columns, do not differ from each other, by the Kruskal-Wallis test at 5% error probability.

Table 1 – Mean number of germinated seeds, richness, Shannon diversity index and Pielou evenness for the soil seed bank, in Serra do Sudeste, Pampa biome.

The four areas studied showed a high presence of herbaceous plants (Figure 1). In the nuclei plantation, 65.05% of the individuals were herbaceous, in the passive restoration, 77.48%, in the eucalyptus plantation, 43.96%, and in the native forest, 64.61%.

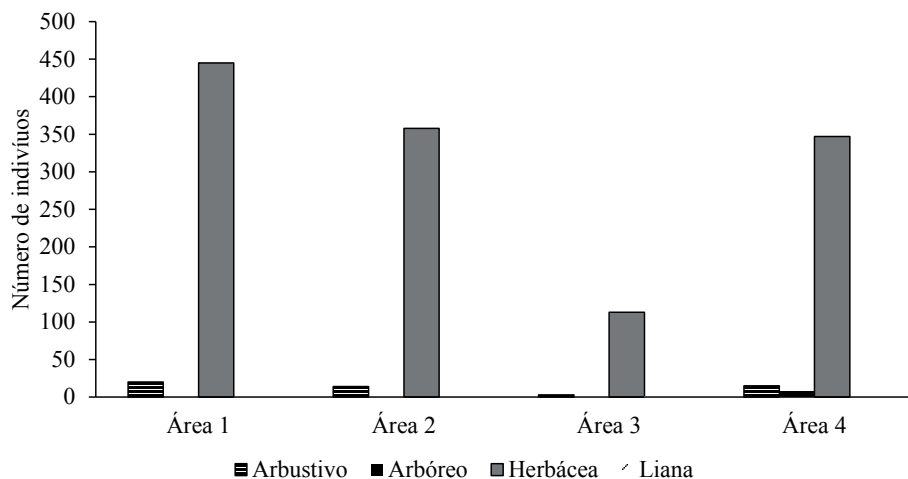
The presence of lianas was found only in the eucalyptus plantation (1 individual), tree species were identified only in the native forest (7 individuals). Shrub species were found in all areas, with the highest number in nuclei planting (20 individuals), followed by native forest (15 individuals), passive restoration (14 individuals), and eucalyptus plantation (3 individuals) (Figure 1).

Where: (Area 1): planting in nuclei; (Area 2): area under passive restoration; (Area 3): area with eucalyptus plantations; and (Area 4): native forest.

Figure 1 – Number of individuals in the soil seed bank per life form for the four study areas in Serra do Sudeste, Pampa biome.

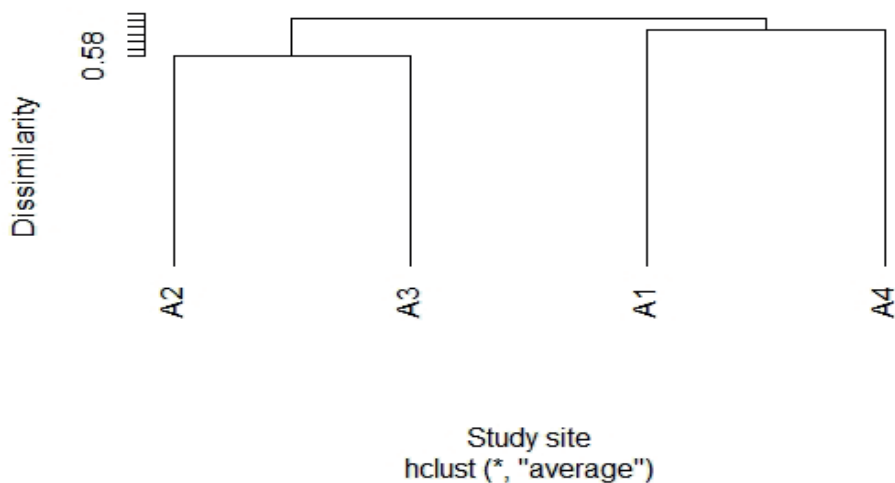
The abiotic dispersal showed a significant difference by the Kruskal-Wallis test (Table 2) between the studied areas. Nuclei planting did not differ statistically from passive restoration and native forest. Regarding biotic dispersal, there were no significant differences between areas by the same comparative test.

Areas	**Dispersal syndrome**	
	Abiotic[1]	**Biotic[1]**
Applied nucleation	7.5 a*	1.3 a*
Passive restoration	5.2 ab	1.3 a
Eucalyptus sp. forestry	4.0 b	0.8 a
Riparian forest	7.2 a	1.0 a

* Means followed by the same letter, in columns, do not differ from each other by the Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$).

[1] Abiotic (wind or gravity), biotic (birds, bats, small mammals).

Table 2 - Average number of seeds germinated by dispersal syndrome in the analyzed areas in the Serra do Sudeste, Pampa biome.

The species composition of the soil seed bank by the Jaccard index ranged from 0.58 to 0.72 between the studied areas (Figure 2), representing high similarity, with values greater than or equal to 0.5 indicating high similarity (KENT and COKER, 1992). Two groups were formed: (1) similarity between the area planted in nuclei and the reference area, and (2): similarity between the passive restoration area and the commercial eucalyptus

plantation.

Where: (Area 1): planting in nuclei; (Area 2): area under passive restoration; (Area 3): area with eucalyptus plantations; and (Area 4): native forest.

Figure 2. Floristic similarity dendrogram using the Jaccard index for the soil seed bank in the studied areas in Serra do Sudeste, Pampa biome.

DISCUSSION

The families with the highest species richness were also reported by Caumo et al. (2020) in the same biome. They are considered representative species of anthropic environments (MARTINS et al., 2017), with the expressive number of species of the Poaceae and Asteraceae families being common in soil seed bank studies in the region (NETO et al., 2017; PIAIA et al., 2017). These families are usually composed of pioneer species that produce a high number of seeds during the year, in addition to presenting a long period of dormancy in the soil as a survival strategy (COSTA et al., 2020). Regarding the species of the Cyperaceae family, they are commonly found in wetlands (CAUMO et al., 2020), corroborating the results found, since the study was developed in a Permanent Preservation Area (PPA) with a stream along its entire length.

Among the identified species, four species are exotic, *Centella asiática* (L.) Urban, *Parthenium hysterophorus* L., *Psidium guajava* L., and *Eragrostis plana* Nees, representing 6.4% of the germinated seeds in all the studied areas. The occurrence of these species is possibly a consequence of the proximity between the areas.

Evidently, although the total representation of exotic species is low, the occurrence

must be taken into account, mainly because three of the species are considered invasive. (*C. asiática*, *P. guajava*, *E. plana*). The species *E. plana*, has become the most abundant and aggressive invasive species in the Pampa (MALDANER et al., 2019). The occurrence of this species in the studied areas can be explained by the high viability of the seeds, with a long duration as part of the soil seed bank, in addition to the high adaptability to different environmental conditions, capable of developing perfectly in unfavorable environmental conditions (MALDANER et al., 2019).

Among the areas studied, planting in nuclei may favor the increase in the richness and diversity of the soil seed bank due to the diversity indices presented. The same occurred with Piaia et al. (2020) in a study comparing areas under applied nucleation and passive restoration. On the other hand, the indices presented in the area of *Eucalyptus* sp. forestry, are probably related to the lower number of germinated seeds and the lower richness found. Similar results were presented by Procknow et al., (2020) in the same study area. The mathematical ratio of these indices can lead to mistaken interpretations from an ecological point of view, generating an overestimate of diversity (MAGURRAN, 2013).

The predominance of herbaceous species in the pampa biome was also reported by Caumo et al. (2020) and by Piaia et al. (2017) in a transition area between the Atlantic Forest and Pampa biomes. The presence of herbaceous species in disturbed environments is essential for the restoration of plant communities (CAPELLESSO et al., 2015), being a good indicator of resilience (MARTINS et al, 2008). It is common to observe a greater number of herbaceous species at the beginning of population in degraded areas (OLIVEIRA et al., 2018), as they usually have facultative dormancy, in addition to having efficient mechanisms of dispersion (GASPARINO et al., 2006). The absence of individuals of tree species in the areas under restoration can be explained by the initial character of the ecological succession process (OLIVEIRA et al., 2018), demonstrating a characteristic of slow succession in the study area, also observed by Piaia et al. (2020) for the same study site.

The abiotic dispersal syndrome (wind or gravity) was predominant in all areas, mainly in the Riparian forest, indicating that it is a disturbed forest fragment, as according to Venzke et al. (2014) this syndrome is less frequent in conserved forests. Another factor that may be related is the size and shape of the studied fragment, as it is narrow and composed practically of borders. Narrow or small-sized native vegetation fragments have a high edge effect, that is, a high interaction with the surrounding matrix and as a consequence of this phenomenon, individuals become more vulnerable and fragile to environmental fluctuations such as temperature increase, luminosity, winds, and humidity, which promote the death of individuals, the opening of gaps, and the circulation of seeds of abiotic dispersal (CHAZDON, 2016).

The fact that the applied nucleation and passive restoration areas present a significant number of seeds germinated by the abiotic syndrome and do not differ statistically from the Riparian forest, is probably linked to the short distance between these areas, making the

seeds easier to disperse.

The low number of individuals with abiotic dispersal syndrome in the *Eucalyptus* sp. Forestry area, is due to the fact that this area can act as a physical barrier, preventing the arrival of propagules, a finding also mentioned by Procknow et al. (2020) in a study on seed rain. The existing vegetation in the area is one of the factors preventing the colonization and establishment of seeds (HOLL et al., 1999), since the presence of extensive areas of Eucalyptus plantation promotes the simplification of the vegetation matrix in the region, resulting in isolation between the areas of natural vegetation and making seed dispersal difficult (BRANCALION, GANDOLFI, RODRIGUES, 2015).

The expressive amount of individuals with abiotic dispersal syndrome in the studied areas is possibly related to the significant amount of herbaceous species present in the areas. Species with autochoric and anemochoric dispersal syndrome are mostly short-cycle herbaceous species (SOUZA et al., 2017; COSTA et al., 2020).

The formation of two groups of floristic similarity between the areas studied, with greater similarity between the areas planted in the nucleus and native forest, corroborate the study by Procknow et al. (2020), where the author concluded that the nuclei were being effective in their processes, mainly by attracting fauna, which are seed dispersers. Consequently, we can attribute this factor to the soil seed bank, since its constitution depends, in most cases, on dispersing agents.

CONCLUSION

The soil seed bank is an efficient indicator to express the potential for natural regeneration in the study area. The regional mosaic of grassland, shrub, and forest species influences the regeneration potential, given the predominance of herbaceous species and the abiotic dispersal syndrome.

The native forest area presents itself as an altered forest, probably due to its elongated shape and remnant area, which favors the edge effect and reduces the expression of species from more advanced successional stages. The *Eucalyptus* sp. forestry area acts as a barrier to propagules. Applied nucleation and passive restoration areas present a typical shrub formation of primary succession that, however, become chronologically stable for the study site.

REFERENCES

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Ko ̈ppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2013.

APG IV - An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, London, 2016.

BARBOSA, J. M.; EISENLOHR, P. V.; RODRIGUES, M. A. Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. In: MARTINS, S.V. Ecologia de florestas tropicais do Brasil. 2 ed. Viçosa, MG, Cap.3, 2012.

BENAYAS, J.M.R., NEWTON, A.C., DIAZ, A., BULLOCK, J.M. 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. Science. 325:1121–1124

BECHARA, F.C., DICKENS, S.J., FARRER, E.C., LARIOS, L., SPOTSWOOD, E.N., MARIOTTE, P., SUDING, K.N. 2016. Neotropical rainforest restoration: comparing passive, plantation and nucleation approaches. Biodivers Conserv. 25, 2021- 2034. https://doi.org/10.1007/s10531-016-1186-7

BRANCALION, P.H.S; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal.** São Paulo: Oficina de textos. 2015. p. 431.

BAUERMANN, S. G., et al. Dinâmicas vegetacionais, climáticas e do fogo com base em palinologia e análise multivariada no Quaternário tardio do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 87-96, 2008.

CAPELLESSO, E. S.; SANTOLIN, S. F.; ZANIN, E. M. Banco e chuva de sementes em área de transição florestal no Sul do Brasil. Revista Árvore, Viçosa, v. 39, n.5, p.821-829, jun. 2015.

CALLE, A.; HOLL, K. D. Riparian forest recovery following a decade of cattle exclusion in the Colombian Andes. **Forest Ecology and Management**. V. 452. 8 p. 2019. doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117563

CALEGARI, L.; MARTINS, S.V.; CAMPOS, L.C.; SILVA, E.; GLERIANI, J.M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. Revista Árvore , v.37, n.5, p.871-880, 2013.

CAUMO, M.; PAIM, L. P.; AVRELLA, E. D.; ORLANDI, C. R.; FREITAS, E. M.; FIOR, C. S. Diversidade florística em Área de Preservação Permanente de um plantio comercial de eucalipto no bioma Pampa, sul do Brasil. **Rodriguésia**. V. 71, 2020, 10 p. https://doi.org/10.1590/2175-7860202071141

CHAZDON, R.L. 2008. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystemservices on degraded lands. Science. 320, 1458–1460.

CHAZDON, R.L. 2017. Landscape restoration, natural regeneration, and the forestsof the future. Missouri Bot. Gard. 102, 251–257.

COSTA, P. F.; PEREIRA, Z. V.; FERNANDES, S. S. L.; FRÓES, C. Q.; SANTOS, B. S.; BARBOSA, T. O. Banco de sementes do solo em áreas restauradas no sul do estado do Mato Grosso do Sul – MS. **Ciência florestal**. V. 30, n.1, p.104-116. 2020. doi.org/10.5902/1980509832896

CROUZEILLES, R., FERREIRA, M.S., CHAZDON, R.L., LINDENMAYER, D.B., SANSEVERO, J.B.B., MONTEIRO, L., IRIBARREN, A., LATAWIEC, A.E. & STRASSBURG, B.B. N. 2017. Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. Sci Adv, 3, 1-7. https://doi.org/10.1126/sciadv.1701345

GASPARINO, D.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. Revista Árvore, v.30, n. 1, p.1-9, 2006.

GUARINO, E. S. G.; OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; MULLER, S. C.; ROVEDDER, A. P.; FREITAS, T. C.; GOMES, G. C.; NORONHA, A. H.; MIURA, A. K.; SOUSA, L. P.; SANT'ANNA, D. M.; CHOMENKO, L.; MOLZ, M.; MAHLER JÚNIOR, J. K. F.; MOLINA, A. R.; ESPINDOLA, V. S. Espécies de plantas prioritárias para projetos de restauração ecológica em diferentes formações vegetais no Bioma Pampa: primeira aproximação. Embrapa Clima Temperado. Documentos, 457. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 79 p. 2018.

HOLL, K. D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. Biotropica, Malden, v. 31, n. 2, p. 229-242, 1999.

IUCN - International Union for the Conservation of Nature. 2011. Forest landscape restoration. Disponível em: <https://www.iucn.org/theme/forests/our-work/forest-landscape-restoration/bonn-challenge>. Acess 06 feb. 2019.

KENT, M.; COKER, P. Vegetation description analyses. Behaven Press, London. 363p. 1992.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul:** campos sulinos. Porto Alegre: EST, 2004. 110 p.

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurements. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179 p.

MALDANER, J.; STEFFEN, G. P. K; MISSIO, E. L.; SALDANHA, C. W.; MORO, T. T.; CONTERATO, I. F.; FLORES, R.; MORAIS, R. M. Variations in Luminosity, Temperature and Osmotic Potential Affect the Eragrostis plana Germination. **Agrociencia Uruguay**. V. 23, n. 1, 7 p. 2019. 10.31285/AGRO.23.1.4

MARTINS, S. V. Restauração ecológica de ecossistemas degradados. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2015. 376 p.

MARTINS, S. V.; ALMEIDA, D. P.; FERNANDES, L. V.; RIBEIRO, T. M. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. Árvore, v. 32, n. 6, p. 1081-1088, 2008.

MARTINS, D. A. P.; LANZARINI, A. C.; HEINS, C. F.; VIEIRA, F. S.; BONATTO, R. A.; KANIESQUE, M. R. Avaliação da transposição de serapilheira e do banco de semente do solo em uma área degradada no planalto caratinense. Rev. Floresta. Curitiba, PR, v. 17, n. 3, p. 237-246. 2017. 10.5380/rf.v47i1. 52237

MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: J. Wiley, 1974. 347 p.

NETO, A. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. de A.; LOPES, A. T.; DEMOLINARI, R. de A. Banco de Sementes em Mina de Bauxita Restaurada no Sudeste do Brasil. Floresta e Ambiente, v. 24, 2017.

OLIVEIRA, T. J. F. de.; BARROSO, D. G.; ANDRADE, A. G. de.; FREITAS, I. L. J.; AMIM, R. T. Banco de sementes do solo para uso na recuperação de matas ciliares degradadas na região noroeste Fluminense. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 206-217, jan./ mar., 2018.

OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; CARMO, M. R. B. do.; GARCIA, É. N.; MORO, R. S.; PINTO, C. E.; TREVSISAN, R. ZANNIN, A. Fisionomia dos Campos. In: PILLAR, V. de. P.; LANGE, O (Coord). Os Campos do Sul. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos -UFRGS, 2015. cap. 3, p. 33-44.

PIAIA, B. B.; ROVEDDER, A. P. M.; STEFANELLO, M. de M.; FELKER, R. M.; PIAZZA, E. M. Análise do banco de semesntes visando estratégia de transposição para a restauração ecológica no Rio Grande do Sul. Floresta, Curitiba, PR, v. 47, n. 3, p. 221-228, jul./set. 2017.

PIAIA, B. B.; ROVEDDER, A. P. M.; PROCKNOW, D.; CAMARGO, B.; GAZZOLA, M. D.; CRODA, J. P.; STEFANELLO, M. M. Natural regeneration as na indicator of ecological restoration by Applied nucleation and passive restoration. **Ecological Engineering**. V. 157. 2020.

PILLAR, V. D.; QUADROS, F. L. F. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses**, Gorizian, Italy, v. 12, n. 2/3, p. 119-126, 1997.

PROCKNOW, D.; ROVEDDER, A. P. M.; PIAIA, B. B. STEFANELLO, M. M.; CAMARGO, B.; FELKER, R. M.; CRODA, J. P; GAZZOLA, M. D. Seed rain as an ecological indicator of forest restoration in the Pampa biome. **Rev. brasileira de ciências agrárias.** V. 15, n.3, 2020. DOI: 10.5039/agraria.v15i3a7220

R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em:<https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10/12/2020.

ROVEDDER, A.P. M. 2013. Bioma Pampa: relações solo-vegetação e experiências de restauração. In: Stelmann, J.R. et al. (orgs.). Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, pp. 46-54.

ROVEDDER, A. P.; OVERBECK, G.; PILLAR, V.; MATSUMOTO, M; BRAGA, J.V. Potencial de regeneração natural da vegetação no Pampa. In: MMA; WRI (Eds.). **Potencial da regeneração natural da vegetação no Brasil.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2017. p.2-9. https://www.researchgate.net/publication/325581059. 30 Mar. 2019.

SOUZA, S. C. P. M. de.; RODRIGUES, R. R.; JOLY, C. A. O banco de sementes e suas implicações na diversidade da Floresta Ombrófila Densa Submontana no Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, SP, Brasil. Hoehnea, v. 44, n. 3, p. 378-393, 2017.

STOCKMAN, A. L.; BRANCALION, P.H.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMA, H.M.C.P. Sementes de ipê branco tabebuia roseo-alba (ridl.) sand. bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. Revista brasileira de sementes. v. 29, n.3, p. 139-143, 2007.

STRECK, E.V. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.

TRES, D. R; SANTA'ANNA, C. S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS, U.; REIS, A. Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares. Revista Brasileira de Biociências, v. 5, n. 1, p. 309-311, jul. 2007.

VÉLEZ, E., L. CHOMENKO, W. SCHAFFER E M. MADEIRA. 2009. Um panorama sobre as iniciativas de conservação dos Campos Sulinos. P. 356-379. In: V. D. Pillar, S. C. Müller, Z. M. S. Castilhos e A. V. A. Jacques (Eds.). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. MMA, Brasília, DF.

VENZKE, T. S.; MARTINS, S. V.; NERI, A. V.; KUNZ, S. H. Síndromes de dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da Mata Atlânciam Arroio do Padre, RS, Brasil. Revista Árvore, Viçosa, v.38, n.3, p.403 - 413, jun./mar. 2014.

YARRANTON, G.A.; MORRISON, R.G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. Journal of Ecology, v. 62, p. 417- 428. 1974.

WRI – World Resources Institute. 2014. Initiative 20x20. Disponível em: <http://www.wri.org/our-work/project/initiative-20x20/>. Acess 06 feb 2018.

ZAHAWI, R.A., REID, J.L., HOLL K,D. 2014. Hidden costs of passive restoration. Restor Ecol. 22, 284–287.

ALAGAMENTO E SEUS EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO E MORFOLOGIA EM MUDAS DE ANDIROBA

Data de aceite: 02/08/2023

Andressa Ribeiro dos Santos
Engenheira Florestal – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém - PA

Andressa Jaqueline Viana de Souza
Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém - Pará

Cristina Aledi Felsemburgh
Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas, Santarém - PA

RESUMO: Regiões da Amazônia estão sujeitas anualmente a um período de alagamento, onde plântulas e árvores ficam alagadas por um período de tempo. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento e desenvolvimento e verificar modificações morfológicas em mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) submetidas ao alagamento. As plantas foram submetidas a 02 tratamentos experimentais, sem submersão (T0) e com submersão (T1) do sistema radicular e foram avaliadas aos 60, 90 e 120 dias. As variáveis quantificadas foram diâmetro do coleto, altura, quantificação da massa seca e observações de modificações morfológicas. Houve diferença significativa para o diâmetro aos 120 dias e para altura aos 90 e 120 dias, sendo as maiores médias em diâmetro para T1 e em altura para T0. Para massa seca da raiz, houve diferença significativa entre os tratamentos aos 120 dias, sendo a maior média para T1. Houve diferença significativa para massa seca do caule, folha e total aos 90 e 120 dias, sendo as maiores médias para T0 em todas as variáveis. As plantas do tratamento T1 apresentaram lenticelas que sofreram hipertrofia na região submersa e acima dela, e ainda a formação de raízes adventícias.

PALAVRAS-CHAVE: *Carapa guianensis*; Crescimento, Submersão;

FLOODING AND ITS EFFECTS ON DEVELOPMENT AND MORPHOLOGY IN ANDIROBA SEEDLINGS

ABSTRACT: Regions of the Amazon are subject annually to a period of flooding, where seedlings and trees are flooded for a period. The objective of this work was to evaluate the growth and development and verify morphological changes in andiroba seedlings (*Carapa guianensis* Aubl.) submitted to flooding. The plants were submitted to 02 experimental treatments,

without submersion (T0) and with submersion (T1) of the root system and were evaluated at 60, 90 and 120 days. The quantified variables were collar diameter, height, quantification of dry mass and observations of morphological changes. There was a significant difference for diameter at 120 days and for height at 90 and 120 days, with the highest means in diameter for T1 and height for T0. For root dry mass, there was a significant difference between treatments at 120 days, with the highest average for T1. There was a significant difference for stem, leaf and total dry mass at 90 and 120 days, with the highest averages for T0 in all variables. The plants of the T1 treatment presented lenticels that underwent hypertrophy in the submerged region and above it, and the formation of adventitious roots.
KEYWORDS: *Carapa guianensis*; Growth, Submergence

INTRODUÇÃO

Anualmente, regiões da Amazônia estão sujeitas a um período de alagamento, onde plântulas e árvores ficam parcial ou totalmente submersas por períodos que podem durar até sete meses ou o ano todo (JUNK, 1989).

Esses ambientes estão sob o regime hidrológico e a estrutura da vegetação nesses locais pode ser dividida em várzea alta que acompanha as margens dos rios e o tempo de inundação é menor, ocorrendo a seca nos períodos menos chuvosos e a várzea baixa que pode permanecer alagada durante todo o ano (BENATTI, 2016).

A vegetação das áreas de várzea, sofrem um processo de readaptação em seu metabolismo e ciclo de vida modificando a via respiratória de forma a suportar as alterações entre condições aeróbicas e hipóxicas (parcialmente deficientes em oxigênio) e até mesmo anóxicas impostas pelo alagamento (GREGÓRIO et al., 2008).

Neste período, as plantas amazônicas buscam mecanismos de adaptação e sobrevivência as mudanças do ambiente. Em solos submersos, a água ocupa os espaços antes preenchidos pelo ar, provocando mudanças nas características do solo, que poderão influenciar o desenvolvimento das plantas (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1984).

Dentre as espécies tolerantes ao alagamento, algumas crescem e se desenvolvem melhor sob inundação e apresentam, por exemplo, alterações morfoanatômicas que auxiliam na aeração interna da planta (DAVANSO-FABRO et al., 1998; MEDRI et al., 2002); outras investem menos no crescimento, reduzindo o consumo de energia, retomando o crescimento após o estresse (PIMENTA, 1998; MEDRI et al., 2002).

Ao sofrer alagamento, as plantas produzem sinais metabólicos de vários tipos, em resposta à diminuição dos níveis endógenos de oxigênio. Nesse período elas alteram sua arquitetura, anatomia e crescimento como estratégia de sobrevivência (BAILEY-SERRES; VOESENEK, 2008).

Determinadas modificações morfoanatômicas, tais como lenticelas hipertrofiadas e raízes adventícias permitem a difusão de oxigênio da parte aérea para as raízes, mantendo a respiração aeróbica (MEDRI et al., 1998).

As lenticelas são aberturas comuns na periderme de caules e raízes, com função de

trocas gasosas, (GRISI et al, 2011). Em caules submersos, as lenticelas sofrem hipertrofia na região submersa e acima dela, com aumento do tecido de preenchimento e dos espaços intercelulares e, consequentemente, da aeração (APPEZZATO DA GLÓRIA; CARMELO GUERREIRO, 2004).

O alagamento também pode induz o surgimento de raízes adventícias, estas estão associadas a importantes funções como obtenção e transporte de água em plantas tolerantes ao alagamento, estas raízes são mecanismos encontrados para substituir as raízes mortas e prejudicadas pela hipoxia (PONTARA, et al., 2008).

Encontrada nas matas de várzea ou em regiões alagadiças dos rios, a *Carapa guianensis* Aulb. conhecida como andiroba pertence à família Meliaceae, é uma árvore de dossel que pode atingir mais de 30 m de altura, de uso múltiplo com significativa importância econômica, ecológica e social (COSTA; MARENCO, 2007).

Objetivou-se com presente estudo avaliar o crescimento e desenvolvimento de mudas de andiroba submetidas ao alagamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação no viveiro da Universidade Federal do Oeste do Pará, campus Tapajós no município de Santarém – PA.

As plantas foram submetidas a dois tratamentos experimentais, sem submersão (T0) e com submersão (T1) do sistema radicular e foram avaliadas em três períodos 60, 90 e 120 dias.

Para o tratamento controle as plantas foram mantidas com o solo próximo a capacidade de campo e para o tratamento com submersão do sistema radicular, os vasos de plantas foram alocados dentro de um tanque com dimensões de 0,39 x 109 x 109 cm, mantendo-se uma lâmina de água dois cm acima da superfície do solo. Foram analisadas o total de 40 plantas.

Para a realização do experimento, as variáveis quantificadas foram: diâmetro do coleto, altura, massa seca e presença de lenticelas e raízes adventícias.

Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com um nível de significância de 5%. Os programas utilizados foram Excel e Bioestat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa para o diâmetro aos 120 dias entre o tratamento controle e o com alagamento (Figura 1). Neste período, para as plantas alagadas o diâmetro teve incremento 46% superior quando comparado às plantas controle. O aumento de diâmetro pode estar relacionado ao crescimento radial de células do córtex e a maior porcentagem

de espaços intercelulares (KAWASE et al., 1981).

Estes efeitos podem ser desencadeados pelo etileno, que tem seus níveis aumentados sob condições de hipoxia, resultados semelhantes foram observados *em Annona glabre* L. (MIELKE et., 2005).

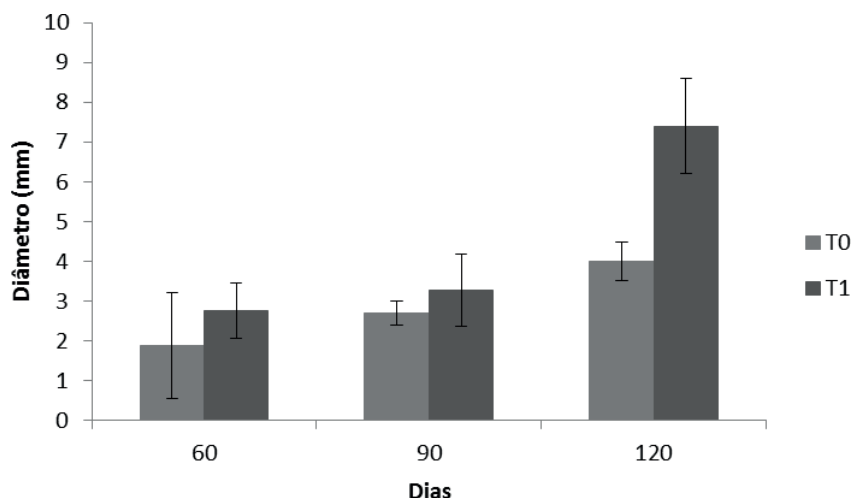



Figura 1: Incremento médio em diâmetro de plantas controle (T0) e alagadas (T1) aos 60, 90 e 120 dias.

Para a altura, houve diferença significativa entre T0 e T1 para todos os períodos avaliados (Figura 2). O mesmo encontrado em estudo *G. americana* L. (ANDRADE et al., 1999) e *Copernicia prunifera* Miller (ARRUDA; CALBO, 2003).

No tratamento com alagamento, o crescimento em altura foi inferior. Pode-se sugerir que a espécie reduziu a alocação de recursos para crescimento em altura e investiu em alterações morfológicas, como lenticelas, aumento dos espaços intercelulares e raízes adventícias a fim de manter a respiração aeróbia e possibilitar a sobrevivência durante o período de estresse (MEDRI et al., 2007), respondendo a um efeito discreto do alagamento sobre o crescimento em altura, em vista disso é possível constatar que a sobrevivência da planta é dependente de um balanço na distribuição de fotoassimilados entre as suas várias partes (BATISTA et al., 2007).

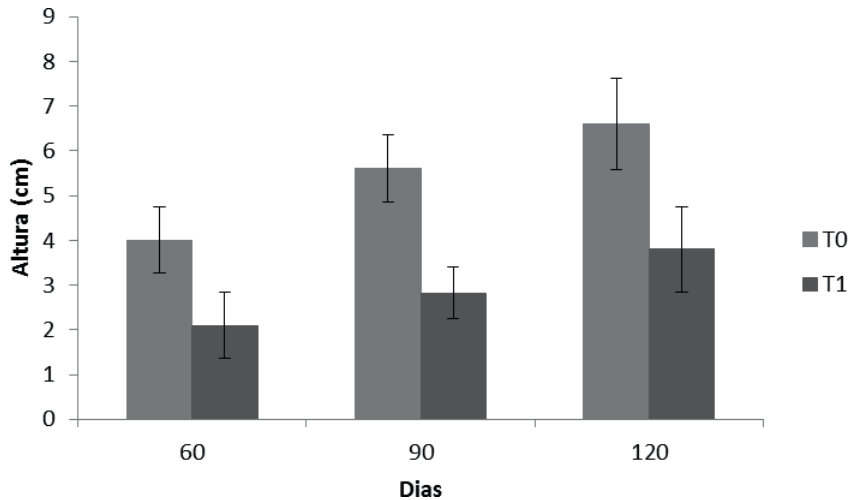



Figura 2: Incremento médio em altura de plantas controle (T0) e alagadas (T1) aos 60, 90 e 120 dias

Para massa seca da raiz, houve diferença significativa entre os tratamentos aos 120 dias onde as plantas do tratamento T1 obtiveram um aumento de 44% na massa seca de raízes quando comparadas com o tratamento T0 (Figura 3). O mesmo foi encontrado em estudo com *Sesbania virgata* (Cav.) Pers (DAVANSO-FABRO et al., 1998).

A produção dessas raízes está associada a obtenção e transporte de água em plantas tolerantes ao alagamento e podem facilitar tanto a difusão de oxigênio da parte aérea para as raízes, como a eliminação de produtos voláteis potencialmente tóxicos, como etanol, etileno e acetaldeido, que muitas vezes acumulam durante a hipoxia (TSUKAHARA; KOSLOWSKI, 1995; JOLY, 1991).

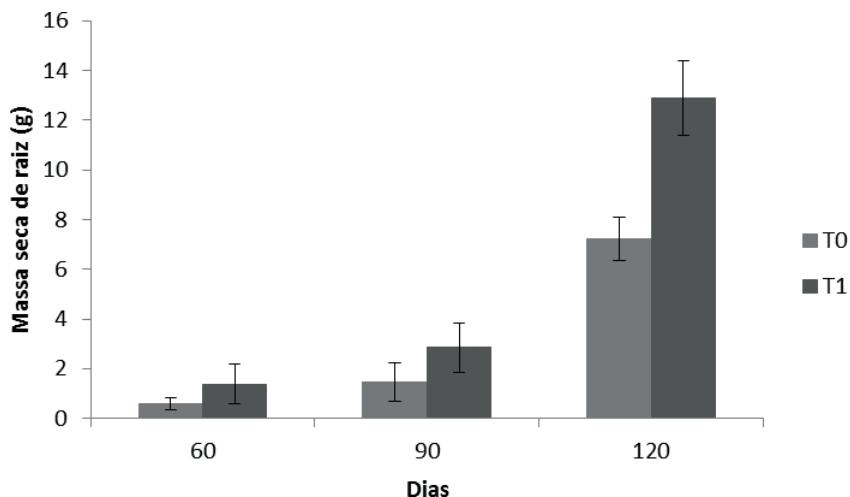



Figura 3: Massa seca de raiz (g) de plantas controle (T0) e alagadas (T1) aos 60, 90 e 120 dias.

Com relação a massa seca do caule, houve diferença significativa entre T0 e T1 aos 90 e 120 dias. O tratamento T0 obteve um ganho em massa de aproximadamente 33% quando comparado ao T1 (Figura 4), fator que pode estar relacionado com a diminuição do investimento no crescimento em altura. Plantas de *Lithraea molleoides* (Vell) Engl. submetidas ao alagamento, apresentaram menor massa seca de caule quando comparadas às plantas controle (MEDRI et al., 2007).

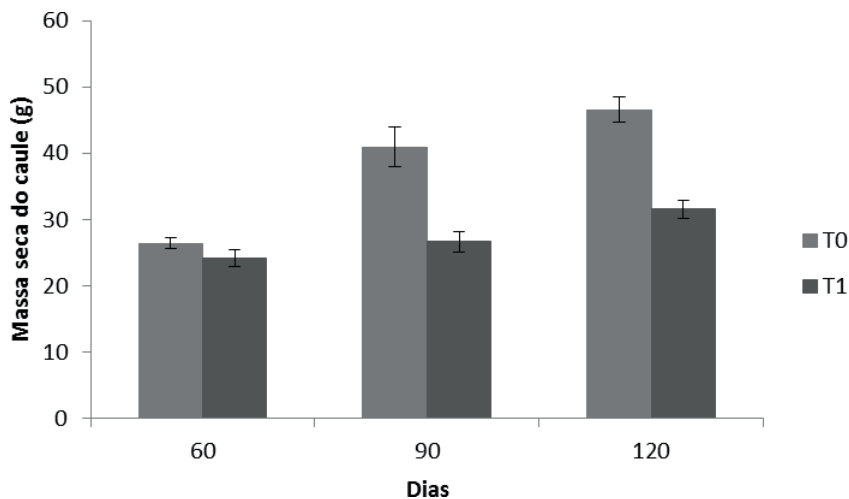



Figura 4: Massa seca do caule (g) de plantas controle (T0) e alagadas (T1) aos 60, 90 e 120 dias.

Os valores obtidos para massa seca de folha foram significativamente diferentes entre as plantas controle e alagadas aos 90 e 120 dias (Figura 5). Aos 120 dias houve alto índice de abscisão foliar nas plantas alagadas.

A abscisão ocorre em camadas específicas de células denominadas camadas de abscisão. O etileno parece ser o principal regulador do processo de abscisão, com a auxina atuando como um supressor. Entretanto, concentrações supra–ótimas de auxina estimulam a produção de etileno, estimulando assim abscisão foliar (TAIZ; ZEIGER, 2010). O resultado é semelhante ao observado em Curauá (*Ananas erectifoliu*s L. B. Smith) submetidas ao alagamento no experimento realizado por (REIS et al., 2007).

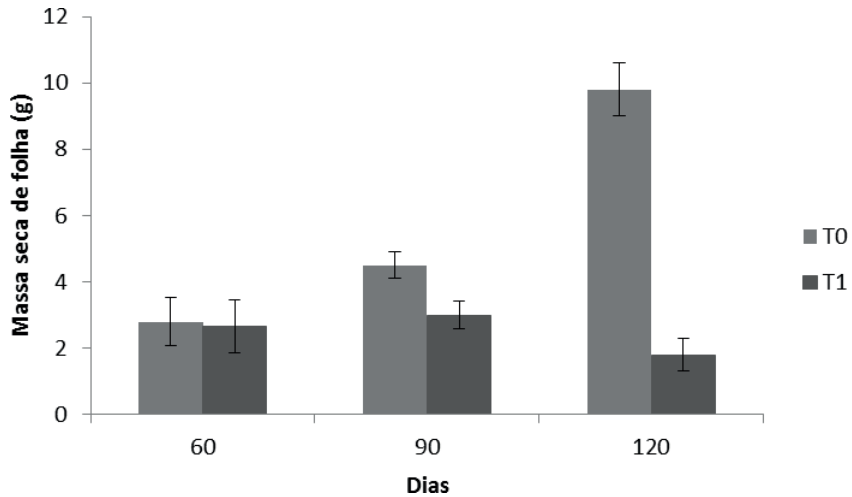



Figura 5: Massa seca de folha (g) de plantas controle (T0) e alagadas (T1) aos 60, 90 e 120 dias

Para a massa seca total, houve diferença significativa entre T0 e T1 aos 90 e 120 dias. As plantas submetidas ao alagamento apresentaram menor massa seca de caule e folhas quando comparadas às plantas controle, somente a produção de raízes foi superior. Estudo com *L. molleiodes* (Vell.) Engl. exposta a 35 dias de alagamento constatou que as plantas alagadas apresentaram menor massa seca total quando comparadas às plantas-controle (MEDRI et al., 2007).

A redução da massa seca pode estar relacionada a queda de folhas, interferido diretamente na produção total de massa, o mesmo encontrado para sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.), no qual o alagamento teve efeito negativo sobre a produção de massa seca, em que foi observada queda de aproximadamente 41% do início aos 25 dias de indução do estresse (HENRIQUE et al., 2009).

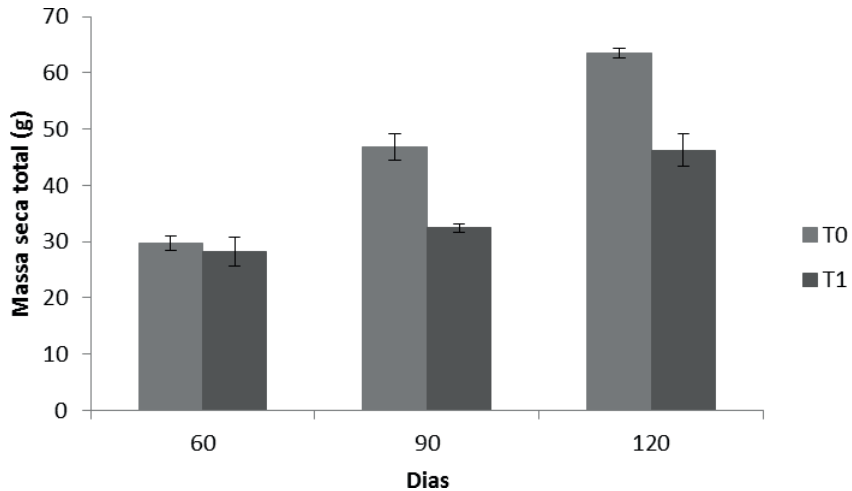



Figura 6: Massa seca total (g) de plantas controle (T0) e alagadas (T1) aos 60, 90 e 120 dias

Com relação as modificações morfológicas, as plantas submetidas ao alagamento, apresentaram lenticelas hipertrofiadas na região submersa do caule e acima dela, estruturas que não foram evidenciadas nas plantas controle (Figura 7). Resultados semelhantes em que a submersão induziu a formação de lenticelas hipertrofiadas foram encontrados para *Himatanthus sucuuba* (SPRUCE) Wood. (FERREIRA et al., 2006), *Peltophorum dubium* (Spr.) Taub (MEDRI et al., 1998) e *Sebastiania commersonian* (KOLB et al., 1998).

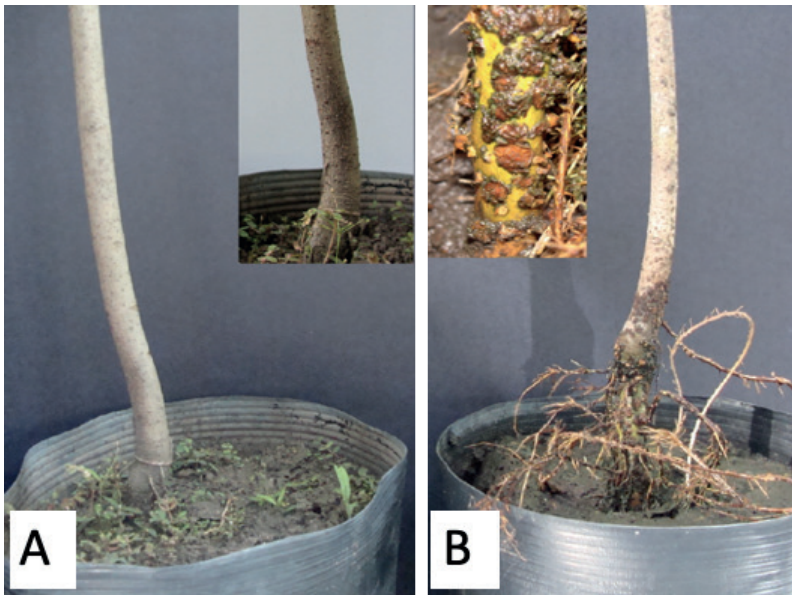



Figura 7: Ausência de lenticelas hipertrofiadas (A) em plantas controle, presença de lenticelas hipertrofiadas (B) em plantas alagadas.

As plantas submetidas ao alagamento emitiram raízes adventícias e formaram fissuras na base do caule com crescimento de tecido parenquimático esbranquiçado na região da fissura, as plantas do tratamento controle não apresentaram formação de raízes adventícias na base do caule (Figura 8).

O surgimento de raízes adventícias está associado a importantes funções como obtenção e transporte de água. Acredita-se que o enraizamento adventício seja um mecanismo encontrado pelas plantas para substituir as raízes mortas ou que tiveram sua função prejudicada pela baixa pressão de O_2 ou anaerobiose (PONTARA et al., 2008), o etileno também tem sido considerado como um regulador positivo na formação de pelos e raízes em várias espécies (TAIZ;ZEIGER, 2010).

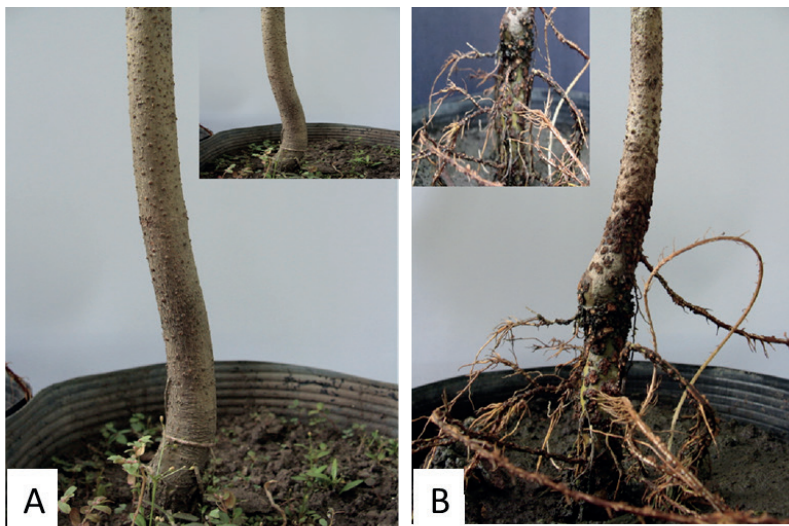



Figura 8: Tratamento controle, ausência de raízes adventícias (A), tratamento com alagamento, formação de raízes adventícias (B).

Outra característica muito observada em plantas alagadas é a epinastia da folha, clorose e abscisão foliar. A epinastia é a curvatura das folhas para baixo (Figura 9), que ocorre quando o lado superior (adaxial) do pecíolo cresce mais rápido que o lado inferior (abaxial) ocasionado pelo etileno e alta concentração de auxina, o estresse causado nas raízes acentuam a síntese de etileno nas partes aéreas, levando a resposta à epinastia (TAIZ; ZEIGER, 2010).

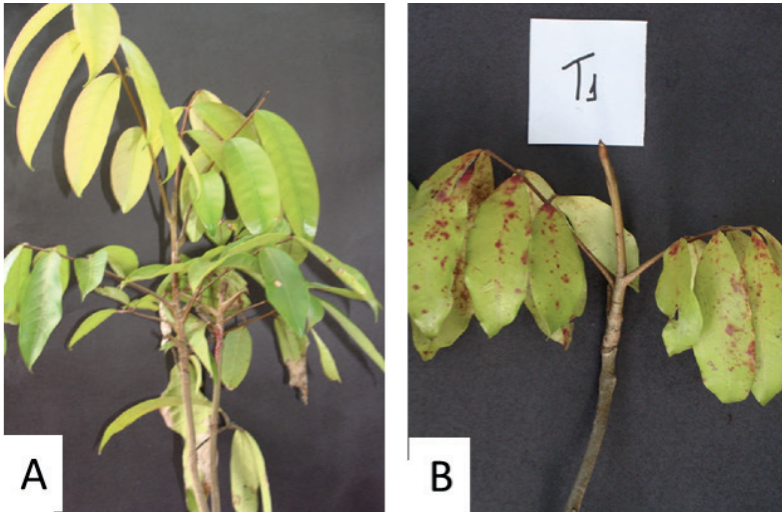



Figura 9: Tratamento controle, ausência de epinastia (A), tratamento com alagamento, presença de epinastia (B).

Apesar da clorose ser uma característica observada em plantas alagadas, para andiroba ao final de 120 dias de exposição ao alagamento, não foi possível evidenciar tal característica.

A abscisão também é nitidamente observada em plantas alagadas quando comparadas as plantas controle (Figura 10), esta ocorre quando a concentração supra-ótima de auxina estimula a produção de etileno, ocasionando assim abscisão foliar (TAIZ; ZEIGER, 2010).

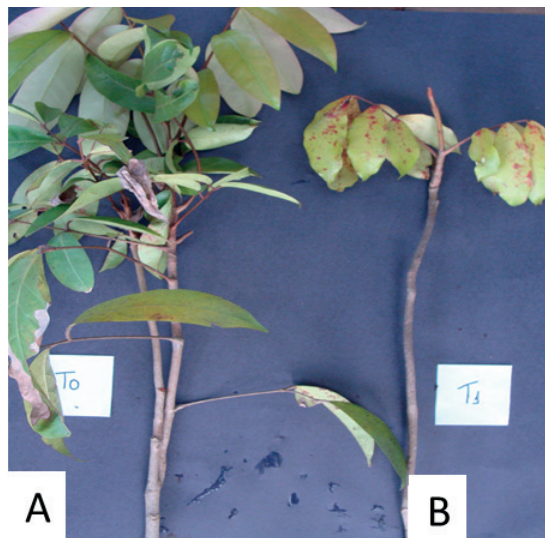



Figura 10: Tratamento controle (A), tratamento com alagamento, abscisão foliar (B).

A partir de 90 dias de alagamento, observou-se manchas avermelhadas nas folhas, ocasionadas pela antocianina. As antocianinas são compostos da família dos flavonóides e constituem um grupo de pigmentos responsáveis por grande parte das cores em flores, frutas, folhas, caules e raízes de plantas (MARKAKIS, 1982).

Esses pigmentos conferem diferentes tonalidades de cor, oscilando entre vermelho, laranja e roxo, de acordo com condições intrínsecas, como o pH, encontradas nos vegetais (BROUILLARD, 1983).

Após a clorofila, as antocianinas são o mais importante grupo de pigmentos de origem vegetal (HARBORNE; GRAYER, 1988). As funções desempenhadas pelas antocianinas nas plantas são variadas: antioxidantes, proteção à ação da luz, mecanismo de defesa e função biológica. Antocianinas estão presentes em folhas e podem mascarar a cor verde da clorofila.

Embora a concentração de antocianinas tenda a ser alta em folhas jovens, folhas de plantas sob diferentes estresses podem apresentar concentrações mais elevadas de antocianinas acompanhando as alterações na quantidade de clorofilas (GITELSON et al., 2001).

CONCLUSÃO

As mudas de andiroba submetidas ao alagamento obtiveram maior incremento em diâmetro, menor crescimento em altura e massa seca total, apresentaram alterações morfológicas com a formação de raízes adventícias e lenticelas hipertrofiadas que permitiram sua sobrevivência durante o período avaliado.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. S.; RAMOS. F. N.; SOUZ. A. F.; LOUREIRO, M. B.; BASTOS, R. Flooding effects in seedlings of *Cytharexyllum myrianthum* Chum. and *Genipa americana* L.: responses of two neotropical lowland tree species. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo. v. 22, n. 2 (Suplemento), p. 281 - 285, 1999.

APEZZATO - DA - GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Anatomia Vegetal. Edição. Editora UFV, Viçosa, 244, p. 2004.

ARRUDA, G. T.; CALBO, M. R. Efeitos da inundação no crescimento, trocas gasosas e porosidade radicular da carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore). Acta Botânica Brasil. Brasília, DF. v. 2 n.18, p.219-224, 2004.

BAILEY - SERRES, J.; VOESENEK, L. A. C. J. 2008. Flooding stress: aclimations and genetic diversity. Annual Review Plant Biology 59: 313-339.

BATISTA, C. U. N.; MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; MEDRI, C.; PIMENTA, J. A. Tolerância à inundação de *Cecropia pachystachya* Trec. (Cecropiaceae): Aspectos ecofisiológicos e morfoanatômicos. Acta bot. bras. Londrina, PR, 22 (1), p. 91 - 98. 2008.

BENATTI, José Heder. Várzea e as populações tradicionais: a tentativa de implementar políticas públicas em uma região ecologicamente instável. In: ALVES, Fábio (org.). A função socioambiental do patrimônio da União na Amazônia. Brasilia: IPEA, 2016. cap. 1, p. 17-29. Disponível em: http://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/343. Acesso em: 01 de julho de 2023.

BIANCHINI, E; PIMENTA, J. A.; SANTOS, F. A. M. Spatial and temporal variation in the canopy cover in a tropical semi-deciduous forest. Braz. Arch. Biol. Technol., Curitiba, v. 44, n. 3, p. 269-276. 2001.

BROUILLARD. R (1983). The in vivo expression of anthocyanins colour in plants. Phytochemstry, 22: 311-323.

CORRÊA, M. F; ZENZEN, I. L; SEVERO, T. M; BADINELLI, P. G; VERNETTI JUNIOR, F. J; AMARANTE, L. Parâmetros morfológicos no desempenho de genótipos de soja nodulada submetidas ao alagamento. XVI Congresso de Iniciação Cientifica. Pesquisa e responsabilidade ambiental. 2007.

COSTA, G. F; MARENCO, R. A. Fotossintese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba *(Carapa guianensis)*. Acta Amazonica. vol. 37(2):229 – 234. 2007.

DAVANSO-FABRO, V. M.; MEDRI, M, E; BIANCHINI, E; PIMENTA, J. A. Tolerância à Inundação: Aspectos da Anatomia Ecológica e do Desenvolvimento de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae). Braz. Arch. Biol. Technol., Curitiba, v. 41, n. 4, p. 475-482, 1998.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL 2004. Espécies Arbóreas da Amazônia, número 2: Andiroba, *Carapa guianensis.* Embrapa.

FERREIRA, C. S; PIEDADE, M. T. F; BONATES. L. C. Germinação de sementes e sobrevivências de plântulas de *Himatantbus sucuuba* (Spruce) Wood. em resposta ao alagamento, nas várzeas da Amazônia Central. Acta Amazonica. vol. 36(4), p. 413 – 418. 2006.

FERREIRA, O. G; ROSSI, F. D; ANDRIGHETTO, C. DDA: Determinador Digital de Áreas – Software para determinação de área foliar, índice de área foliar e área de olho de lombo. Versão 2.0. Santo Augusto: IF Farroupilha. 2008.

GITELSON, A. A; MERZLYAK, M.N; CHIVKUNOVA, O. B. 2001. Optical properties and nondestructive estimation of anthocyanin content in plant leaves. Photochemistry and Photobiology 74: 38 - 45.

GREGÓRIO, T. A; GOBBO. L. G; CARDOSO, L. G.; DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A. Efeito do alagamento sobre o crescimento inicial de *Tabebuia heptaphylla* (Vell) Toledo (Ipê rosa). Natureza on line. v. 6. n. 2. 2008, p. 91-98. Disponível em < http://www.naturezaonline.com.br >. Acesso em: 02. Fev. 2012

GRISI, F.A.; ANGELO, A. C.; BOEGER, M.R.; LEITÃO, C.A.E.; GALVÃO, S. F.; WENDLING, I. Morfoanatomia foliar em mudas de *Schinus terebinthifolius* sob diferentes níveis de saturação hídrica. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 41, n. 4, p. 881 – 894,2011.

HARBORNE, J. B; GRAYER, R.J., The anthocyanins. In: The flavonoids: advances in research since 1980.

HENRIQUE, P.C; ALVES, J. D; GOULART, P. F.P; DEUNER, S; SILVEIRA, N. M; ZANANDREA, I; CASTRO, E. M. Características fisiológicas e anatômicas de plantas de sibipiruna submetidas à hipoxia. Ciência Rural, Santa Maria. 2009.

JOLY, C. A. Flooding tolerance in tropical trees. Pp. 23-34. In: M.B. Jackson; D.D. Daves & H. Lambers (eds.). Plant life under oxygen stress. Netherlands, SPB Academic Publishing, The Hague. 1991.

JUNK, W.J. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. *In* Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity (L.B. Holm-Nielsen, I.C. Nielsen & H. Balslev, eds.). Academic Press, New York, p. 47-64, 1989.

LOPES, T. J; XAVIER, M. F; QUADRI. M.G; QUADRI, M. B. Antocianinas: Uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. R. Bras. Agrociência, Pelotas, v.13, n.3, p. 291- 297, jul-set. 2007.

KAWASE, M. Anatomical and morphological adaptation of plants to waterlogging. Hortscience.v 16, p.30-34.1981.

KOLB, R. M. MEDRI, M. E; BIANCHINI, E. PIMENTA, J. A.; GILONI, P. C. CORREA, G. T. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. Revista Brasileira de Botânica. São Paulo. vol. 21 n. 3.1998.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. Effect of flooding on water, carbohydrate and mineral relation. In: KOZLOWSKI, T.T. Flooding and plant growth. Orlando: Academic Press, p.165 - 188.1984.

MARKAKIS. P (1982) Stability of anthocyanins in foods. In: Markakis P (ed) Anthocyanins in color foods. New York, Academic Press. p. 163-180.

MEDRI, M.E. et al. Estudos sobre tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E. et al. (Ed.). A bacia do rio Tibagi. Londrina: edição dos Editores. cap. 10, p. 133-172. 2002.

MEDRI. M.E.; BIANCHINI, E. PIMENTA, J. A.; DELGADO, M. F.; GILONI, P. C. CORREA, G. T. Aspectos morfo-anatômicos e fisiológicos de *Peltophorum dubium* (Spr.) Taub. submetida ao alagamento e à aplicação de etrel. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, vol. 21 n 3.1998.

MEDRI. M.E.; FERREIRA, A.C.; KOLB, R. M.; BIANCHINI, E. PIMENTA, J. A; Davanso-Fabro, V. M.; MEDRI, C. Alterações morfoanatômicas em plantas de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. submetidas ao alagamento. Acta Scientiarum. Biological Sciences, vol. 29, n. 1, p. 15-22. 2007.

MIELKE, M. C; MATOS, E. M.; COUTO, V. B; ALMEIDA, A. A. F; GOMES, F.P; MANGABEIRA, P. A. O. Some photosynthetic and growth responses of *Annona glabra* L. seedlings to soil flooding. Acta bot. Brás. 19 (4): 905-91. 2005.

PIMENTA, J. A. Estudos populacionais de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (Myrtaceae) no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. 1998. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

PONTARA, v.; BUENO, M. L.; BATISTA, C. V. N. Respostas morfológicas das plântulas de *Inga striata* Benth ocorrentes na bacia do rio Paraná, submetida ao alagamento. IX Simpósio Nacional Cerrado. Brasilia, DF. 2008. Disponível em: <htt:// www.cpac.embrapa.br>. Acesso em: 04.07. 2012.

REIS, I. N. R. S; FILHO, B. G. S; CASTRO, C. V. B; LAMEIRA, C. N; ROSSATO, V. Análise de crescimento e produção de biomassa de plantas jovens de curauá (*Ananas erectifolius* L. B. Smith) submetidas ao alagamento. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 504 - 506.2007.

TAIZ & ZEIGER. Fisiologia Vegetal. 4°Edição. Editora Artmed, Porto Alegre, 641-646p. 2010.

TEIXEIRA, L. N; STRINGHETA, P.C; OLIVEIRA de, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. Revista Ceres. vol. 55(4): 297-304, 2008.

TSUKAHARA, H. & KOZLOWSKI, T. T. 1985. Importance of adventitious roots to growth of flooded *Platanus occidentalis* seedlings. Plant and Soil 88, p. 123-132. 1985.

SOBRE A ORGANIZADORA

CRISTINA ALEDI FELSEMBURGH: Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2003), mestrado em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (2006), doutorado em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo (2009) e p**ós-**doutorado na Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Divisão de Funcionamento de Ecossistemas Tropicais (2016).

A

Abscisão 45, 48, 49
Alagamento 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52
Altura 7, 15, 40, 42, 43, 44, 45, 50
Arborização 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 25, 26
Arbustos 15
Áreas verdes 13, 25
Árvores 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 15, 40, 41, 51

B

Banco de sementes 37, 38, 39

C

Caracteres macromorfológicos 13, 15
Casca 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
Chave dendrológica 4, 8, 9, 10
Composição florística 3
Crescimento 6, 40, 41, 42, 43, 45, 48, 50, 51, 52

D

Dendrologia 2, 3, 11, 13, 14, 15
Desenvolvimento 12, 40, 41, 42, 51
Diâmetro 15, 40, 42, 43, 50
Dispersão 7, 37, 39
Diversidade florística 3, 37

E

Ecologia 13, 14, 37, 52, 53
Epinastia 48, 49
Equabilidade 1, 4, 5, 7
Espaços públicos 2
Espécies exóticas 7
Espécies nativas 7, 8
Exsudação 55

F

Famílias botânicas 5
Formações florestais 55
Frequência 1, 4, 5, 6, 7, 8
Fuste 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25

G

Germinação 39, 51

H

Herbáceas 55

I

Identificação 2, 3, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 25, 26
Indicador 38
índice de Shannon-Wiener 4

L

Lenticelas 21, 23, 40, 41, 42, 43, 47, 50
Lianas 15, 32

M

Massa seca 40, 42, 44, 45, 46, 47, 50
Morfologia 7, 13, 14, 15, 40, 55
Morfologia foliar 55

P

Praças 1, 2, 7, 8, 10, 11, 12

R

Raízes adventícias 40, 41, 42, 43, 48, 50
Regeneração 39
Restauração 37, 38, 39
Ritidoma 17, 18, 19, 21, 22, 23

S

Sementes 7, 37, 38, 39, 51
Solo 37, 38, 39, 41, 42
Submersão 40, 42, 47
Sucessão 55

T

Técnicas restauradoras 55

V

Vias públicas 55

INNOVATE:

ENGENHARIA FLORESTAL

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2023

INNOVATE:
ENGENHARIA
FLORESTAL
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br
Atena
Editora
Ano 2023